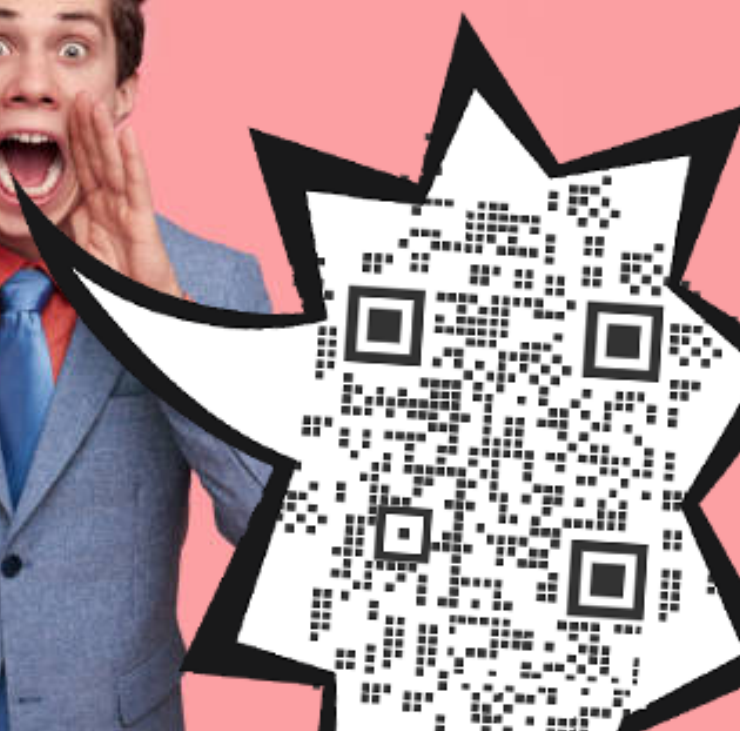


SHOUT
SHARE IT



BULLETIN SCIENTIFIQUE

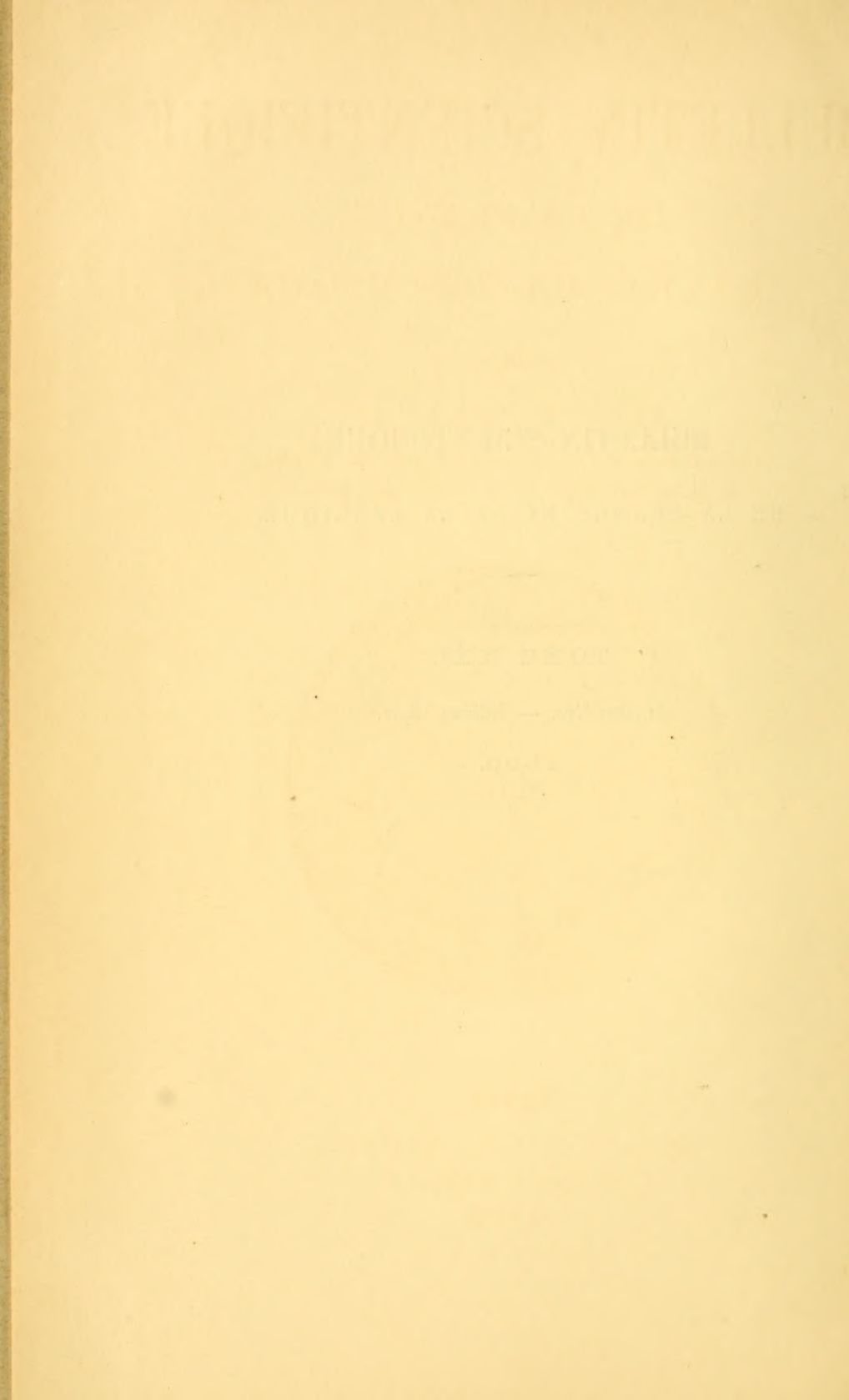
DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.



TOME XXI.

Troisième Série. — Troisième Volume.

1890.



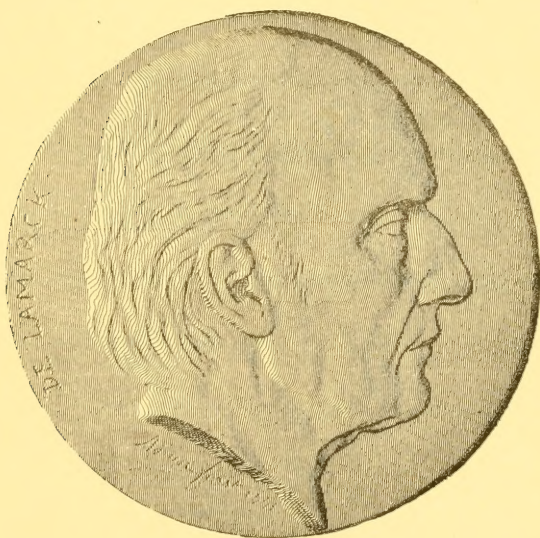
BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

*Chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des Sciences),
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.*

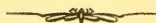


PARIS,
OCTAVE DOIN, Éditeur,
8, Place de l'Odéon, 8
1890

TABLE.

	Pages :
BILLET (A.). — Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des <i>Bactériacées</i> (19 fig. dans le texte et Planches I à IX)	1
LIGNIER (O.). — Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des <i>Lécythidées</i> , des <i>Napoléonées</i> et des <i>Barringtoniées</i> [<i>Lécythidacées</i>] (12 fig. dans le texte et Planches X à XIII)	289
<i>TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES</i> contenues dans les vingt et une premières années du <i>Bulletin scientifique</i>	421
Index alphabétique des auteurs.....	428
Index des articles	475

21247



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA MORPHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT
DES
BACTÉRIACÉES,



PAR
ALBERT BILLET,
Docteur en Médecine,
Médecin-Major de 2^e classe.

~~~~~





## AVANT-PROPOS.

---

Les recherches qui font l'objet de ce travail ont été entreprises dès l'année 1885. Depuis lors, malgré des vicissitudes nombreuses, elles n'ont pas été interrompues. Néanmoins, en raison de l'insuffisance de nos propres moyens matériels, et aussi à cause de l'éloignement de tout centre bactériologique assez bien organisé pour nous permettre de vérifier certaines de nos données, il eût été hasardeux, pour ne pas dire téméraire, de les produire, à leur origine.

Voilà pourquoi nous sommes tout d'abord et profondément reconnaissant envers M. le Directeur du Service de santé au Ministère de la Guerre, d'avoir bien voulu nous proposer au choix de M. le Ministre pour l'emploi que nous avons occupé à l'Ecole spéciale militaire de Saint-Cyr, et de nous avoir ainsi fourni l'occasion de profiter des immenses ressources que la ville de Paris possède, à peu près seule en France, jusqu'à présent, pour ce genre de recherches.

Qu'il nous soit ensuite permis d'adresser tous nos remerciements à M. le Professeur BALBIANI, du Collège de France, et à son dévoué collaborateur, M. le Dr HENNEGUY, qui ont mis gracieusement à notre disposition les nouveaux locaux du Laboratoire d'Embryogénie comparée, si bien outillé au point de vue de la technique bactériologique moderne. Grâce à leur bienveillant accueil et à leurs conseils, il nous est devenu possible de contrôler nos premiers résultats, et de les compléter par d'autres observations entièrement nouvelles.

Enfin, nous nous faisons un devoir et un plaisir d'ajouter, ici, qu'une grande partie de nos études s'est accomplie au Laboratoire

de Zoologie maritime de Wimereux , fondé et dirigé par M. le Professeur A. GIARD , si habilement secondé dans son œuvre par notre excellent ami , M. JULES BONNIER. C'est là, nous sommes heureux et fier de le proclamer, c'est dans les leçons pratiques , et peut-être plus encore dans les causeries familières et pleines d'érudition qui font le charme et le cachet particulier de l'enseignement de notre cher Maître , que nous avons appris à étudier et à aimer la Nature. Le souvenir d'une pareille méthode ne saurait être oublié par aucun de ceux à qui elle a été si profitable. Pour nous , c'est tout à la fois un souvenir et une reconnaissance ineffaçables , que nous gardons fidèlement dans notre esprit et dans notre cœur.

Paris, le 1<sup>er</sup> novembre 1889.

---



# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIACÉES.

---

## INTRODUCTION ET HISTORIQUE.

---



S'il existe un groupe d'êtres organisés dont l'étude ait passionné les biologistes, c'est à coup sûr celui des *Bactériacées* (1). Pour s'en convaincre, il suffit de consulter la liste vraiment colossale des travaux concernant la Bactériologie, pendant ces dix dernières années. Malgré cela, il n'existe pas de végétaux dont l'histoire soit aussi peu éclaircie. Non-seulement on discute encore sur la place qui doit leur être assignée dans la série végétale, mais leurs caractères morphologiques et spécifiques ne sont rien moins que définis.

(1) Nous employons le terme général de *Bactériacées*, pour désigner l'ensemble de ce groupe de microorganismes (et non une division spéciale d'entre eux, à l'exemple de ZOPF (662) \*. Adopté par M. le Prof. VAN TIEGHEM (598), il a au moins le mérite de ne rien préjuger sur la nature même de ces végétaux. L'absence de chlorophylle est un caractère insuffisant pour déterminer leur place parmi les champignons, et légitimer le terme de *Schizomycètes*, qu'on leur donne couramment, depuis C. VON NÄGELI (432).

\* Les chiffres arabes en caractères gras placés entre parenthèses, soit dans le texte, soit dans les notes, renvoient à l'index bibliographique, page 219.



Après avoir été brillamment inaugurée par LEEUWENHOEK (366), O.-F. MÜLLER (430), EHRENBURG (184), DUJARDIN (175), C. ROBIN (534), COHN (127), DAVAINÉ (153), HOFFMANN (292), cette étude morphologique a été brusquement délaissée, ou plutôt détournée vers une autre voie. En effet, à peine les premières Bactériacées étaient-elles connues, qu'une foule de phénomènes physiques et chimiques, jusque-là inexplicables, et en relation directe avec ces microorganismes, ont réclamé une solution immédiate. Les admirables travaux de PASTEUR, de R. KOCH, et de leurs élèves, les résultats merveilleux auxquels sont arrivés ces habiles expérimentateurs, au point de vue du rôle des Bactériacées et autres microphytes dans les fermentations et les putréfactions, rôle qui s'est étendu bientôt aux maladies infectieuses, ont surexcité le zèle d'une pléiade de chercheurs plus préoccupés de l'action des « Microbes », comme les a nommés SÉDILLOT (569), que de leur morphologie (1).

(1) Il nous faudrait plus de place que ne comportent le cadre et le but de ce travail, consacré essentiellement à la morphologie des Bactériacées, pour donner la liste, même abrégée, des mémoires traitant de ces microorganismes, au point de vue des fermentations et des maladies. Nous nous contenterons de citer les principaux. Entrevue par CAGNIARD-LATOUR (105), par SCHWANN (568) en 1837 et par TURPIN (611) en 1838, la théorie des *germes* est entièrement l'œuvre de PASTEUR. On peut dire que tous les travaux concernant le rôle des microorganismes, dans les fermentations et les maladies, sont basés sur les théories émises par PASTEUR. Ce grand mouvement scientifique date de ses premiers mémoires sur la fermentation lactique (469) et alcoolique (469 bis) 1857. Dès lors, l'œuvre se poursuit, presque sans interruption, marquant à chaque pas une découverte dans l'étude des propriétés des « microbes ». Nous citerons encore, de PASTEUR, ses mémoires sur la fermentation tartrique (470) 1858, — sur les générations spontanées (471), et la grande discussion qui éclata à ce sujet, entre lui, d'une part, POUCHET (508), JOLY et MUSSET (303), d'autre part, de 1860 à 1864, — sur la fermentation butyrique (472) 1861, — sur la fermentation acétique (476) 1862, — sur la putréfaction (473) 1863, — sur le vin et sur la bière (475) 1866, — sur les maladies des vers à soie (477) 1868-1870, — sur la fermentation ammoniacale de l'urée (474) 1863, en partie avec la collaboration de JOUBERT (483) 1876, — sur le *Vibrio septique* (478) 1877, — sur le charbon (479) 1879-83 où RAYER (524), dès 1850, avait déjà signalé l'existence des *Bactériidies*. Une grande partie de ces travaux sur le charbon ont été faits en collaboration de JOUBERT (484), de JOUBERT et CHAMBERLAND (486), de CHAMBERLAND (488), de CHAMBERLAND et ROUX (489). — Sur le choléra des poules (480), la typho-colère, la fièvre puerpérale et l'ostéomyélite (481) 1880, — sur le rouget du porc en collaboration avec THUILLIER (492) 1882-83, etc. A côté des travaux de PASTEUR, citons ceux de DAVAINÉ (455), de LEPLAT et JAILLARD (361), de P. BERT (49) de TOUSSAINT (602), de BOULEY (86), de COLIN (133), sur le charbon, 1863-81, de TOUSSAINT sur la tuberculose (603), le choléra des poules (602 bis) et la clavelée (603 bis) 1880-81, de CHAUVEAU, sur l'atténuation des virus (122)

Le petit nombre de morphologistes qui continuent l'œuvre à peine ébauchée, se sont divisés bientôt en deux camps : les uns partisans des idées de COHN, c'est-à-dire de l'immutabilité des formes bacté-

1868-89, et en particulier du virus charbonneux (421) 1879-89, de STRAUS (579) et CHAMBERLAND (580) 1882-87, sur le charbon, de BOULEY (88) sur la péripneumonie contagieuse des bêtes à cornes et sur la tuberculose (89) 1882-84, — de DUCLAUX, sur le lait (469) 1882, — sur le clou de Biskra (471) 1884 ; sur les microbes des pustules d'impétigo, en collaboration avec BOUCHERON (474 bis) 1886, — d'ARLOING, CORNEVIN et THOMAS (43), de BOULEY (87), de NOCARD et ROUX (453), de ROUX (549), sur le charbon bactérien ou symptomatique 1880-88 ; de CORNEVIN, sur le rouget du porc (435) 1885 ; — de CHAUVEAU et ARLOING, sur la septicémie gangréneuse (423) 1886 ; — de NOCARD, sur la mammite gangréneuse des brebis laitières (450), sur le farcin du bœuf (451) 1887-88 ; de NOCARD et MOLLEREAU (452), sur la mammite contagieuse des vaches laitières 1887 ; — de ROUX et YERSIN (551), sur la diphtérie, 1888-89 ; — de THOINOT et MASSELIN (590), sur la septicémie spontanée des lapins, 1889. Parallèlement à ces travaux de l'école française, viennent se placer ceux de l'école allemande, qui ne sont pas moins importants. Les plus remarquables sont ceux de : R. KOCH sur le charbon (332) 1877-82, dont quelques-uns en collaboration de GAFFKY et LÖFFLER (340), — sur la fièvre récurrente (333) 1877, après OBERMEIER (457) qui le premier, en 1873, décrivit le *Spirochæte* du sang des malades atteints de cette maladie, — sur les maladies infectieuses des plaies (334) 1878 ; — sur la septicémie de la souris et du lapin ; — sur le bacille de l'œdème malin (336) 1881, identique avec le *vibron septique* déjà décrit par PASTEUR en 1877 ; — sur la tuberculose (337), 1882-84, dont la contagiosité avait déjà été démontrée, en 1865, par VILLEMIN (619), — sur le choléra (338) 1884. Puis viennent les travaux de EBERTH (179) 1880, de GAFFKY (235) 1884, sur la fièvre typhoïde, où COZE et FELTZ (445), en 1872, avaient déjà décrit des bâtonnets, travaux corroborés par TAYON (588) 1884, ARTAUD (47) 1885, et surtout par CHANTEMESSE et WIDAL (446) 1887 ; — de FRIEDLÄNDER (232) 1882, et de FRÄNKEL (227) 1884, sur la pneumonie fibrineuse : — de ROSENBAACH (540) 1884, et de PASSET (468) 1885, sur la pyogénie ; — de E. KLEIN (327 bis) 1877-88, de DETMERS (460) 1881, de LÖFFLER (376), de SCHÜTZ (567), de LYDTIN et SCHOTTELUS (394) 1885, de KITT (311) 1885-87, sur le rouget du porc ; — de KITT (312) 1887-89, sur le charbon symptomatique. Citons encore, parmi les travaux français et étrangers : 1° Au point de vue des fermentations, les travaux de RAULIN (523) 1869, sur les fermentations en général ; — de VAN TIEGHEM (591), MIQUEL (421, 422), GUYARD (268), VON JACKSCH (300), LEUBE (365) 1864-89, sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique ; — de VAN TIEGHEM (592) et PRAZMOWSKI (514) 1879-80, sur la fermentation butyrique ; — de SCHLESING (560) et MUNTZ (431), DUCLAUX (472), GAYON et DUPETIT (594), SCHNETZLER (564) 1878-87, sur la nitrification ; — de C. HANSEN (275) 1879, sur la fermentation acétique ; — de BOUTROUX (90) 1880-88, sur la fermentation glyconique ; — de BRIEGER (93) 1884, sur la fermentation propionique ; — de LOTHAR-MEYER (446), PLAUCHUD (501), ÉTARD et OLLIVIER (204), WINOGRADSKY (642, 643, 645), HOLSCHERNIKOFF (294) 1864-89, sur la fermentation sulfhydrique ; — de FITZ (216) 1876-84, sur la fermentation éthylique ; — 2° Au point de vue de la pathogénie des maladies infectieuses de l'homme et des animaux, et de la question si importante de l'immunité contre ces mêmes maladies, les travaux généraux de DAVINE (453, 454) 1859-68, PASTEUR (471, 481) 1861-80, HALLIER (271, 272) 1866-68, BÉCHAMP (42) 1868-88, BEAL-LIONEL (41), EBERTH (178)

riennes ; les autres, au contraire, avec RAY-LANKESTER, CIENKOWSKI et ZOPF, professant ce que l'on a appelé la théorie du *polymorphisme* ou du *pléomorphisme*. Pour les premiers, chaque forme d'élément

1872, LISTER (373) 1873-81, BILLROTH (60) 1874, ORTH (464) 1874-77, KLEBS (313,324) 1875-87, VON NÄGELI (432-433) 1877-82, WEIGERT (637) 1877, BASTIAN (36) 1878), E. KLEIN (323,326 *bis*) 1878-85, CHAUVEAU (422) 1868-89, R. KOCH (335, 339) 1881-88, LÖFFLER (374), BOLLINGER (74) 1881, BÜCHNER (97), DUCLAUX (174) 1882-86, TYNDALL (612), PERRONCITO (493) 1882, FLÜGGE (218) 1883-88, AUFRECHT (20 *bis*), BAUMGARTEN (40) 1884-88, CORNIL (137) et BABÈS (141 *bis*), PETER (495), BALBIANI (34) 1886, METSCHNIKOFF (407) 1887-89, BOUCHARD (83), ROCHARD (536) 1888-89... et les travaux spéciaux de BOLLINGER (73) 1872-85, FRISCH (234) 1876-79, OLLIVE (461) 1879, GREENFIELD (264) 1879-80, BURDON-SANDERSON (400) 1880, BÜCHNER (96), FOKKER (220) 1880-82, POINCARÉ (504) 1880, ROLOFF (539), FELTZ (208) 1882-86, GIBIER (253), E. KLEIN (324), RODET (537) 1882, PERRONCITO (494) 1882-89, CHAMBERLAND et ROUX (112), CHAMBRELENT et MOUSSOUS (413), 1883, OSOL (465), KOUBASSOFF (343) 1885, ARLOING (10) 1885, G. FRANK (226 *bis*) 1886-88, TAVEL (587), STRAUS (579), CHAMBERLAND (114), ROUX (547) 1887, DI MATTEI (402) 1887-88, METSCHNIKOFF (409) 87-88, LUBARSCH (381), BOUCHARD (84), CHARRIN et GUIGNARD (118 *bis*), BEHRING (44), KARLINSKI (305) 1888-89... sur le charbon ; — de KLEBS (319) 1877, BAUMGARTEN (38) 1880-85, BALMER et FRÄNTZEL (30), RANSOME (519), RINDFLEISCH (533) 1882, JOHNE (304), RAYMOND et ARNAUD (525), BABES (23, 25), PÜTZ (516), KÖNIG (341), ROSENSTEIN (544), SCHUCHARDT et KRAUSE (566), SCHLEGTENDAL (559), BOLLINGER (75), WEICHSELBAUM (632), DÉJÉRINE (157), CORNIL et BABES (141), DOUTRELEPONT (164) 1883-84, ARLOING (11) 1884-87, NOCARD (448) 1885, DURAND-FARDEL (176) 1886, SANTI-SIRENA (553), NOCARD et ROUX (454), CADÉAC et MALET (103), BLAINE (67), LANDOUZY et MARTIN (351) 1887, CORNIL (138), LANGERHANS (352) 1888,... sur la tuberculose ; — de MALASSEZ et VIGNAL (396) 1883-84, EBERTH (181), NOCARD (449) 1885, CHANTEMESSE (114) 1887, CHARRIN et ROGER (420) 1888, NOCARD et THOINOT (456), DOR (163), GRANCHER et LEDOUX-LEBART (263) 1889... sur la tuberculose zoogléique et la pseudo-tuberculose ; — de KLEBS (315) 1875, TALAMON (585), ZIEHL (657), SALVIOLI (552) 1883, EMMERICH (190) 1884, ARTIGALAS (19) 1885, WEICHSELBAUM (634), TOUTON (604) 1886, GAMALEÏA (241) 1888... sur la pneumonie fibrineuse ; — de NEISSER (436) 1879-86, A. HANSEN (274), ARNING (16) 1880, CORNIL (136) 1881, BABES (23, 24), 1883, F. MÜLLER (429), UNNA (613, 614), LELOIR (360) 1884-86, BORDONI-UFFREDUZZI (79) 1887... sur la lèpre ; — de CHRISTOT et KIENER (124) 1868, BOUCHARD, CAPITAN et CHARRIN (85), LÖFFLER et SCHÜTZ (379) 1882, ISRAEL (298), WASSILIEFF (629), KITT (310) 1883, WEICHSELBAUM (633), CADÉAC et MALET (104), CSOKOR (146), 1885-87, LÖFFLER (377) 1886, KRANZFELD (344), LUDWIG (383) 1887... sur la morve ; — de NICATI et RIETSCHE (445 *bis*), VAN ERMENGEM (197), E. KLEIN (326), EMMERICH (191), DOYEN (166), FERRAN (210), HÜPPE (296, 296 *bis*), SCHOTTETLIUS (562), GIBIER et VAN ERMENGEM (256), BIEDERT (52) 1884-85, KLEBS (320) 1885-87, BOCHFONTAINE (68), BUDJWID (98), BRIEGER (94 *bis*), LUSTIG (389), GAMALEÏA (238) 1886-88... sur le choléra asiatique ; — de FINKLER et PRIOR (213) 1884, G. FRANK (226) 1888... sur le choléra nostras ; — de KLEBS (317) 1879, AUFRECHT (21) 1881, MARTINEAU et HAMONIC (401), BIRCH-HIRSCHFELD (63) 1882, MORISON (426) 1883, LUSTGARTEN (388) 1884, ALVAREZ et TAVEL (8), DOUTRELEPONT (165) 1885, BENDER (46) 1887... sur la syphilis ; — de HALLIER (272) 1868, NEISSER (437) 1879, WEISS (638) 1880, LEISTIKOW (359),



bactérien représente le type d'un genre spécial ; pour les autres, au contraire, on peut trouver dans un seul et même type la série de toutes ces formes, dérivant les unes des autres.

BOCKHART (69) 1882, BUMM (99) 1884-87, KREIS (346), LUNDSTRÖM (387), DE SÉNÉTY et HENNEGVY (573) 1885, GIOVANNINI (527), ROUX (546 *bis*), VON ZEISSL (654) 1886, LEGRAIN (356), HARTDEGEN (278) 1887... sur la blennorrhagie ; — de OGSTON (460) 1882, BECKER (43) 1883, RIBBERT (529), KRAUSE (345), ROSENBAACH (540), RODET (538) 1884... sur l'ostéomyélite ; — de NEPVEU (439) 1870, ORTH (463) 1873, LUKOMSKY (386), RECKLINGHAUSEN (526) 1874, WOLF (647) 1880, EHRLICH (185) 1880, FEHLEISEN (207) 1880-83, DENUCÉ (159) 1886, VON EISELSBERG (187), METSCHNIKOFF (410) 1887, BENDER (46 *ter*) 1888... sur l'érysipèle ; — de LETZERICH (363) 1869-74, OERTEL (459), 1871, KLEBS (314) 1875, NICATI (445) 1879, TALAMON (584) 1881, ENMERICH (189) 1884, LÖFFLER (375) 1884-87, COLIN (134 *bis*) 1885, RIBBERT (531) 1887, ZARNIKO (653), PRUDDEN (515) 1889... sur la diphtérie ; — de MAYRHOFER (404) 1865, ORTH (462) 1873, HEIBERG-HJALMAR (283) 1873-80, DOLÉRIS (162) 1880, AUFRECHT (22) 1884, EISENBERG (188 *bis*) 1888... sur la fièvre puerpérale ; — de COZE et FELTZ (145), COHN (130), LUGINBÜHL (385) 1872, KLEBS (316) 1879, CORNIL et BABES (140) 1883, VOIGT (621) 1885, GUTTMANN (267), MAROTTA (400) 1886, GARRÉ (242) 1887... sur la variole ; — de COZE et FELTZ (145) 1872, CORNIL et BABES (141 *bis*) 1886... sur la rougeole ; — de COZE et FELTZ (145) 1872, HAHN (270) 1882, POHL-PINKUS (503) 1883, E. KLEIN (327) 1887, JAMESON et EDINGTON (301), SMITH (575), ESCHERICH (202) 1887... sur la scarlatine ; — de LETZERICH (364) 1878, KLEBS (318), TIZZONI (600) 1880, WERNICH (640) 1880-82, RAPPIN (520), A. FRANK (223), HANOT (276), MEYER (417) 1881, ALMQUIST (5), LUDWIG (382) 1882, BOENS (71) 1883, FRANKEL et SIMMONDS (228), SEITZ (570), NEUHAUSS (443), WYSSOKOWITSCH (650), SIROTININ (574), BEUMER et PIEPER (50), MEADE-BOLTON (76) 1886... sur la fièvre typhoïde ; — de ENGEL (192) 1873, WEIGERT (636) 1876, COHN (131), BIRCH-HIRSCHFELD (62), ALBRECHT (3), CARTER (107), LEWIS (367) 1879, MÜLHAÜSER (428) 1884, METSCHNIKOFF (408) 1887... sur la fièvre récurrente ; — de KLEBS et TOMMASI CRUDELI (322) 1879, CUBONI et MARCHIAFAVA (148) 1881, ZIEHL (656) 1882, CECI (109) 1883... sur la fièvre intermittente qui, pour d'autres auteurs, serait due, non pas à des éléments bactériens, mais à des hématozoaires flagellés, entrevus pour la première fois par LAVERAN en 1881, et retrouvés depuis par RICHARD, MARCHIAFAVA, CELLI, STERNBERG, GOLGI, OSLER, METSCHNIKOFF ; — de D. FREIRE (230) 1880, CAPITAN et CHARRIN (106) 1881, CORNIL et BABES (23 *bis*) 1883, D. FREIRE, GIBIER et REBOURGEON (231) 1884, DE LACERDA (350) 1887, GIBIER (255) 1888... sur la fièvre jaune ; — de CHANTEMESSE et WIDAL (117) 1886... sur la dysentérie épidémique ; — de DAMASCHINO et CLADO (152) 1884, LESAGE (362) 1887-88... sur la diarrhée verte infantile ; — de AFANASSIEFF (2) 1887... sur la coqueluche ; — de NICOLAÏER (447) 1884, ROSENBAACH (542) 1886, VERNEUL (616 *bis*), HOCHSINGER (291), BONOME (78) 1887-88, BENNER (47), BELFANTI et PESCAROLO (45) 1888... sur le tétanos ; — de LEBER (355) 1867, ARNDT (15) 1880, MILLER (418) 1882-87, RASMUSSEN (522) 1883... sur la carie dentaire ; — de CORNIL et ALVAREZ (139) 1885, PALTAUF et VON EISELSBERG (466) 1886, BENDER (46 *bis*), DITTRICH (461) 1887... sur le rhinosclérome ; — de BIRCH HIRSCHFELD (65) 1876, KÖSTER (342) 1878, HAMBURG (273) 1880, NETTER (440) 1886, WEICHSELBAUM (635 *bis*), 1887... sur l'endocardite ulcéreuse ; — de AUFRECHT (20) 1880, LEYDEN (369) 1883, FRANKEL (227 *bis*) 1886, WEICHSELBAUM (635), NETTER (441) 1887, FOA et BORDONI-UFFREDUZZI



Les premiers observateurs, examinant ces organismes dans les liquides, les ont décrits comme des corpuscules isolés, plus ou moins mobiles, les uns arrondis, les autres sous l'aspect de petits bâtonnets, droits ou courbes ou même spirales. C'est, en effet, la phase la plus commune sous laquelle les Bactériacées se présentent. Chaque forme d'éléments constitue un genre particulier, d'où :

1° Les genres à forme d'éléments arrondis : *Micrococcus*, *Streptococcus* ;

2° Les genres à formes en bâtonnets rectilignes, plus ou moins longs : *Bacillus*, *Bacterium* ;

(219) 1888... sur la méningite cérébro-spinale ; — de D. FREIRE (230 bis), RAPPIN (521), SCHEUERLEN (557), SCHILL (558) 1887, FRANCKE (222), ROSENTHAL (545) 1888... sur le cancer et autres tumeurs malignes ; — de BOINET et DEPÉRET (72, 72 bis), GESSARD (246 bis), CHANTEMESSE (115), HEYDENREICH (290 bis), PONCET (507), RIETSCH et DU BOURGUET (532) 1884-89... sur les boutons ou clous de Biskra, d'Alep, de Pendeh, du Nil, de Gafsa, les ulcères du Tonkin et de l'Yémen ; — de GALTIER (237) 1881-88, PASTEUR, CHAMBERLAND, ROUX (482, 490) et THUILLIER (491), GIBIER (254), H. FOL (221) 1884-87, ABREU (1), FRISCH (234 bis) 1886-87, GAMALEÏA (239), BARDACH (33), H. ERNST (198), DE RENZI et AMOROSO (528), CELLI (110), BABES (26 bis) 1887, HÖGYES (293), ROUX (546), ZAGARI (652) FERRAN (211), FERRÉ (212), NOCARD et ROUX (455), HELMAN (287) 1888, ... sur la rage ; — de CHARRIN (118) 1889... sur la maladie pyocyannique, etc. Enfin les travaux non moins intéressants sur les Bactériacées parasites ou pathogènes des végétaux, et, en premier lieu, ceux concernant les tubercules radicaux de certaines plantes, principalement les Légumineuses, dont la nature a été remise dernièrement en question par les intéressantes recherches de BRÉAL (91), après avoir été diversement interprétée par les nombreux auteurs qui les ont étudiés, tels que : TREVIRANUS (608) 1853, WORONIN (648) 1876, ERIKSSON (196) 1874, CORNU (143) 1877, PRILLIEUX (513 bis) 1879, BRUNCHORST (95) 1885, TSCHIRCH (610), WIGAND (641), M. WARD (625), MATTIROLO et BUSCALIONI (403) 1887, HELBRIGEL et WILFRATH (285), BEYERINCK (51), HARTIG (279), PIROTTA (500), VAN TIEGHEM et DOULIOT (599 bis), PRAZMOWSKI (512 bis), VUILLEMIN (623) 1888... ; — de PRILLIEUX (513) 1878-79, sur la corrosion des grains de blé par le *Micrococcus amyliovor* ; — de REINKE et BERTHOLD (527) 1880, sur les Bactéries des pommes de terre ; — de MARCANO (398), BATILIN (37) 1882, ... sur les Bactéries des grains de blé et de maïs ; — de BURRILL (104), ARTHUR (18) 1881-85... sur le *pearblight* ; — de BURRILL (102) 1883, sur une maladie de plantes appartenant au genre *Rhus* ; — de RALPH (518) 1884, sur les *Bacilles* vivant dans les *Vallisneria* ; — de WAKKER (624) 1888, sur la maladie jaune des Jacinthes ; — de SAVASTANO (554, 554 bis) 1886-87, sur les maladies de l'olivier et des raisins ; — de VUILLEMIN (622) 1888, sur les bactériocécidies du pin d'Alep ; — de VAN TIEGHEM (599) 1884, BERNHEIM (48), GALIPE (236), FERNBACH (209), DI VESTEA (615) 1887-88, sur la présence ou l'absence des Bactéries dans les tissus végétaux, etc., etc.

3° Les genres à formes en bâtonnets, simplement ondulés ou courbes : *Vibrio* (1);

4° Les genres à formes d'éléments spirales : *Spirillum*, *Spirochæte*.

Cette conception première du groupe des Bactériacées, est la seule qui ait régné, pendant longtemps, de 1683, époque où LEEUWENHOEK (366) les a décrites et figurées, pour la première fois (2), jusqu'aux travaux de RAY-LANKESTER (1873) et de CIENKOWSKI (1877). Elle est la base des classifications d'O.-F. MÜLLER (430) (1773), de BORY DE SAINT-VINCENT (82) (1824), d'EHRENBURG (184) (1838), de DUJARDIN (175) (1841), de DAVAINÉ (154) (1868). d'HOFFMANN (292) (1869), et enfin de COHN (127 bis) (1872).

Une première modification à ces idées trop absolues sur la constitution des Bactériacées se manifeste dès 1847 avec C. ROBIN (534). Dans sa description de la Bactériacée du tartre dentaire, qu'il nomme *Leptothrix buccalis*, il montre les affinités qui existent entre les Bactéries et les Algues filamenteuses incolores, appelées *Leptothrix* par KÜTZING (349). Il révèle ainsi, le premier, la nature végétale des Bactériacées (3).

Il faut admettre dorénavant que, outre la forme d'éléments isolés, certaines espèces affectent aussi la forme de filaments. Bientôt, ce ne sont plus seulement les *Leptothrix* que l'on range parmi les Bactériacées, mais encore les *Beggiatoa* de TRÉVISAN (609), et les genres nouveaux créés et étudiés par COHN lui-même : *Cladothrix*, *Streptothrix* et *Crenothrix*. Aussi la classification donnée par

(1) Cette définition du terme *Vibrio*, qui varie beaucoup suivant les différents auteurs, est celle qui a été émise en premier lieu par EHRENBURG (184) et suivie par COHN (127 bis); c'est aussi celle que nous adoptons.

(2) On est loin de s'accorder sur la date de la découverte du savant hollandais. En réalité, c'est dans une lettre, adressée à Sir ARTON, alors Secrétaire de la Société Royale de Londres, et datée de « la veille des ides de septembre 1683, » qu'il décrit et figure le premier des éléments bactériens observés dans sa salive et dans le « tartre » enfoncé entre ses dents. Cette lettre est reproduite dans l'édition latine des œuvres de LEEUWENHOEK, publiée à Leyde en 1722.

(3) Si la nature végétale des Bactériacées a été révélée par C. ROBIN (et non par DAVAINÉ, comme on le dit dans la plupart des traités de Bactériologie), elle a été soupçonnée, en réalité, par HENLE (288) en 1843, comme le fait remarquer C. ROBIN lui-même, à propos de ces mêmes filaments incolores, que l'on rencontre dans le tartre dentaire.

COHN (128), en 1875, qui, en 1872, était peu différente de celle d'EHRENBERG, diffère-t-elle notablement de ses devancières.

Toutefois, les formes *Micrococcus*, *Bacterium*, etc., sont toujours conservées avec leur signification générique. Il faut cependant ajouter que, pour la première fois, l'affinité des Bactériacées avec les *Oscillariées* et les *Chroococcées* est affirmée. COHN en fait même un seul groupe, sous le nom de *Schizophytes*, avec deux séries parallèles de genres, selon qu'ils sont ou non pourvus de chlorophylle.

Les idées de C. ROBIN éveillent peu l'attention, au moment de leur apparition. Elles ne trouvent un écho que vingt-six ans plus tard.

RAY-LANKESTER (353), en 1873, (1), puis en 1876, (353 bis), constate chez *B. rubescens*, la coexistence des formes en *Micrococcus*, en *Bacterium*, en *Bacillus*, en *Spirillum*, et conclut à l'insuffisance de caractères basés sur la forme des éléments.

Mais, en réalité, c'est à partir de CIENKOWSKI (125), que l'histoire des Bactériacées entre dans une voie nouvelle. Dans son mémoire de 1877 « *Zur Morphologie der Bakterien*, » il reprend l'étude des nouveaux genres de la classification de COHN : *Leptothrix*, *Cladothrix*, *Crenothrix*. Il montre d'abord que les éléments en *Bacterium* se transforment, par divisions successives, en *Micrococcus*. Cette forme en *Micrococcus* peut aussi se montrer dans les filaments de *Leptothrix*. Il appelle ensuite l'attention des botanistes sur la formation de *Zooglées* que COHN avait bien entrevue et décrite dès 1853, mais à laquelle il n'avait pas donné toute la signification qui lui appartient (2).

(1) Dans le cours de la même année 1873, paraît un travail de LISTER (372) sur la fermentation lactique : cet auteur y décrit pareillement la multiplicité des formes chez *Bacterium lactis*. Mais ses conclusions, tendant à faire dériver les bactéries de certaines Mucédinées, entre autres du genre *Dematium*, sont évidemment erronées. Il en est de même des idées de HALLIER (271), qui prétend avoir observé les transformations de *Micrococcus* en *Mucorinées* et *Ustilaginées*.

(2) La première description de Zooglée appartient, en effet, à COHN (127), qui, en 1853, présente la Zooglée de *Bacterium termo*, comme un genre spécial, sous le nom de *Zooglæa termo*. Plus tard, il revient sur son erreur, et reconnaît que la propriété de s'agréger en masses gélatiniformes est commune à un grand nombre de Bactériacées. Néanmoins, après avoir supprimé le genre *Zooglæa* de la nomenclature, il laisse subsister ceux d'*Ascococcus*, de *Myconostoc*, etc., qui sont de vraies zooglées, ou stades zoogléiques.



Il constate cette phase zooglèique chez *Cladothrix*, *Crenothrix* et *Leptothrix*. et, comme il y rencontre associées les formes *Micrococcus*, *Torula* ou *Streptococcus*, *Bacterium*, et chaînes de *Bacterium*, il en conclut, à l'opposé de COHN, que ces formes ne peuvent pas constituer des genres distincts. L'année suivante (1878), il obtient une confirmation de ses vues en étudiant la Bactériacée de la *gomme de sucrerie* (126), qu'il dénomme *As. ooccus mesenteroides* (1). Il rend néanmoins justice au talent de COHN, qui, le premier peut être—après EHRENBURG, eut une connaissance approfondie des êtres microscopiques, et sut deviner l'affinité qui existe entre les Bactériacées, d'une part, et les Oscillariées et Nostocacées, d'autre part. CIENKOWSKI enfin déclare que, s'il a réussi à faire avancer d'un pas l'étude des Bactéries, il le doit, en grande partie, à l'heureux hasard, qui lui a fait découvrir la formation *Palmella* chez certaines algues, vertes filamenteuses (*Stigeoclonium*, *Ulothrix*). Ces formations zooglèiques sont, en effet, pour lui, analogues en tout point, aux *Palmella*. Du même coup, CIENKOWSKI avait entrevu à la fois le cycle évolutif et les rapports phylogénétiques des Bactériacées.

La nouvelle voie tracée par RAY-LANKESTER et CIENKOWSKI est bientôt suivie par un autre fervent adepte de l'instabilité des formes bactériennes. En 1881, ZOPF (659) publie son premier mémoire

(1) Ces modifications de formes n'ont pas été vérifiées par les recherches que faisait, à la même époque, M. le Prof. VAN TIEGHEM (593), sur cette Bactériacée de la *gomme de sucrerie*. Il serait à désirer que l'on reprît l'étude de cet organisme, en le cultivant sur différents milieux appropriés, et en l'inoculant à différents végétaux, riches en réserves nutritives sucrées, la Betterave, par exemple. Cette idée nous a été communiquée par M. le Prof. A. GIARD, à la suite d'une observation très intéressante et inédite, qu'il a faite relativement à une maladie très répandue actuellement, dans le Nord, sur les Betteraves entassées dans les *silos*. A l'examen microscopique, on trouve que les cellules infestées sont gorgées d'éléments bactériens, de forme arrondie, enveloppés d'un gangue gélatiniforme, visible même sans réactifs, et dont la disposition rappelle certaines figures dessinées par CIENKOWSKI et M. VAN TIEGHEM. Parfois, on rencontre des capsules où la disposition en *Merismopedia* est des plus nettes. Or, on verra plus loin que nous considérons cette disposition comme un des stades du début des formations zooglèiques, chez les Bactériacées. N'y aurait-il pas lieu de rechercher les rapports qui peuvent exister entre cette Bactériacée de la maladie des Betteraves et l'*Ascococcus* ou *Leuconostoc mesenteroides*? Ces masses gélatineuses, qu'on appelle, en France, la *gomme de sucrerie*, en Allemagne, *Froschlaich* (*frai de grenouille*), ne sont peut-être que les zooglées d'une Bactériacée non encore décrite, ou même déjà décrite sous un autre état et sous un autre nom.

« *Ueber den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen*, » bientôt suivi (660), en 1882, du second : « *Zur Morphologie der Spaltpflanzen*. » Il confirme d'abord les vues de son prédécesseur en étudiant, comme lui, *Cladothrix* et *Crenothrix* ; mais il les étend aux *Beggiatoa*. Il fait voir que ses *Coccus* (qui, en particulier chez *Cladothrix*, comme nous le montrerons plus loin, sont des spores nées par le mode endogène), donnent des *Bacterium*, puis des *Bacillus*, et, en s'allongeant davantage, des articles en *Leptothrix*. Ce n'est que dans une phase particulière de leur existence que les types précédents affectent la forme filamenteuse, sous laquelle on les décrit ordinairement. Chacun des articles ou éléments bactériens qui composent ces filaments peuvent s'en détacher et vivre à l'état libre et mobile dans le milieu ambiant, soit isolément, soit par tronçons ou chaînes de plusieurs articles réunis bout à bout. Il prouve ensuite que . non-seulement il y a relation génétique entre les diverses formes d'éléments rectilignes, mais que . à de certains moments, les filaments peuvent se tordre autour de leur axe, en spirales plus ou moins flexueuses, ou simplement présenter des ondulations, c'est-à-dire prendre la forme *Spirillum*, *Spirochæte*, ou *Vibrio*. Enfin la phase zooglée attire également son attention. Il arrive à démontrer que certaines formations zooglées, décrites jusque-là comme des espèces bactériennes bien délimitées, ne sont, en réalité, que des zooglées d'espèces filamenteuses, dont on n'avait pu suivre encore le développement.

C'est ainsi que la zooglée arborescente décrite, en 1867, par ITZIGSOHN (299), sous le nom de *Zooglæa ramigera*, n'est autre que l'état plus avancé de *Zooglæa termo* de COHN, dont nous avons parlé plus haut, et ces formes appartiennent à la phase zooglée de *Cladothrix dichotoma*. De même, la zooglée fenêtrée, décrite par COHN (128), sous le nom de *Clathrocystis roseo-persicina*, n'est autre que la zooglée de *Bacterium rubescens* de RAY-LANKESTER ; et cette dernière forme elle-même en *Bacterium* n'est qu'une forme bactérienne appartenant à une Bactériacée plus élevée en organisation, *Beggiatoa roseo-persicina*. Il confirme de cette façon la majeure partie des observations premières de RAY-LANKESTER (1).

(1) Les critiques les plus sérieuses qui aient été formulées contre les observations et les conclusions de ZOPF, sont certainement celles de WINOGRADSKY. Dans trois mémoires très importants sur les *Sulfobactéries* (*Schwefelbacterien*) (642, 643, 645), il étudie

Les idées de RAY-LANKESTER, CIENKOWSKI et ZOPF ont été adoptées généralement pour quelques types très élevés en organisation, tels que *Cladothrix*, *Crenothrix* et *Beggiatoa*. Mais, pour la grande majorité des Bactériacées, on en est resté aux idées de COHN, et l'on prend encore la forme de l'élément comme la forme caractéristique des genres (1).

ce groupe qui comprend les Bactériacées chez lesquelles le soufre se dépose à l'état amorphe, sous forme de grains réfringents, parfois colorés en rouge. Sa méthode consiste à faire développer ces Bactériacées, sous le couvre-objet, dans une goutte d'eau contenant de l'hydrogène sulfure. Il arrive ainsi à distinguer, parmi les *Sulfobactéries*, douze genres et une vingtaine d'espèces. Il n'est pas parvenu à constater le pléomorphisme des *Beggiatoa alba* et *B. rosea persicina*, ni de *Cladothrix dichotoma*, tel que ZOPF le décrit. Le seul point sur lequel il soit d'accord avec ZOPF, c'est que, à certains moments, les extrémités des filaments se disloquent, puis se divisent en bâtonnets qui deviennent mobiles, et plus tard se développent de nouveau en filaments. Il considère ces éléments comme des *bâtonnets-gonidies*. Enfin, il a bien observé des corps arrondis; mais il les considère comme des arthrospores sphériques. Il affirme que la multiplicité des formes d'éléments bactériens n'existe pas chez *Beggiatoa* et *Thiothrix*, parce qu'il n'a pu les observer à l'aide de sa méthode; est-ce à dire, pour cela, qu'en employant d'autres méthodes, celles des cultures pures, par exemple, sur milieux solides, ou liquides appropriés, on n'arrivera pas à en constater l'existence? Pour notre part, nous avons eu l'occasion, à Wimereux, d'étudier une *Beggiatoa* marine, et nous affirmons que nous avons pu très bien la cultiver sur un milieu transparent, composé d'ichtyocolle et d'eau de mer (on peut ajouter un peu de gélose, pour rendre le substratum plus solide). Dans ces conditions, nous avons observé des *Beggiatoa* se développant sous formes d'îlots radiés, comme ZOPF (660) et ENGLER (195) les ont décrits les premiers. A l'intérieur des filaments, se trouvaient des éléments de différentes longueurs, et, à l'extrémité, quelques-uns arrondis comme des *Micrococcus*. Enfin, certains filaments avaient une apparence ondulée des plus caractéristiques.

Il était bon d'ajouter cette rectification, alors que M. WINOGRADSKY affirme qu'il est « impossible d'appliquer à l'étude des Sulfobactéries les méthodes connues et éprouvées dans la science des organismes inférieurs », et qu'il critique, ailleurs (646), les méthodes employées par d'autres observateurs, dont la haute compétence ne saurait cependant être mise en doute.

(1) Telles sont les principales classifications qui se sont succédées depuis COHN: celles de TRÉVISAN (609 bis) 1879, de LUERSSSEN (384) 1880, de WUNSCHÉ (649) 1882, de RABENHORST-WINTER (517) 1885, de FLÜGGE (218), de HÜPPE (297) 1886, de COSTANTIN (144) 1889, etc. ZOPF (662) 1885, malgré l'exposé de ses théories, maintient son groupe des *Coccaceen* avec les anciens genres: *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Merismopedia*, *Sarcina*, *Ascococcus*. Seul, croyons-nous, M. le Prof. VAN TIEGHEM (598) 1884, ne reconnaît pas aux différentes formes d'éléments bactériens la signification de genres. Il divise la famille des Bactériacées en trois tribus: les Bactériées, dont le thalle n'offre qu'une direction de cloisonnement; les Méristées à deux directions, et les Sarcinées trois directions, et il les compare aux trois tribus similaires des Cyanophycées: 1<sup>o</sup> Les Oscillariées, avec les Nostocées, Rivulariées, Scytonémées; 2<sup>o</sup> les Méristopédiées; 3<sup>o</sup> les Chroococcées.



Mais ce n'est pas seulement dans le groupe des *Cladothrix*, de *Crenothrix* et des *Beggiatoa*, que l'on trouve ces variétés de formes. Un grand nombre d'autres Bactériacées, considérées jusqu'ici comme invariablement représentées par une seule et même forme d'élément, offrent des phénomènes identiques à ceux que nous avons signalés chez les premières. Les observations se sont succédé rapidement depuis les derniers travaux de ZOPF; et aujourd'hui, la liste des prétendues exceptions est devenue assez importante pour qu'on la prenne en sérieux examen.

Nous n'insisterons que sur les exemples principaux, et nous examinerons les quatre genres fondamentaux admis comme immuables par les partisans des idées de COHN : les genres *Micrococcus*, *Bacterium*, *Bacillus* et *Spirillum*.

Nous commencerons par les genres *Bacterium* et *Bacillus*, où les modifications de formes ont été constatées en premier lieu et le plus souvent.

Tout d'abord, on a reconnu que l'élément en *Bacterium*, considéré par la plupart des Bactériologues comme la forme bactérienne rectiligne la plus courte, peut en s'allongeant, présenter des différences de longueur assez grandes, et passer à la forme *Bacillus*. La plupart des auteurs n'admettent même plus maintenant qu'un seul genre de formes rectilignes, soit le genre *Bacterium*, soit plus volontiers le genre *Bacillus* : c'est une première concession imposée par l'observation la plus vulgaire. Enfin, ces *Bacillus* peuvent se disposer en chaînes plus ou moins longues et filamenteuses d'éléments placés bout à bout. Ce phénomène d'accroissement linéaire, en un thalle filamenteux, est même tellement répandu chez ces éléments, que, aujourd'hui, le terme *Bacillus* est devenu, pour un grand nombre d'auteurs, le synonyme de filament plus ou moins long et articulé (1).

(1) Voici la liste à peu près complète des *Bacterium* et *Bacillus* chez lesquels on a constaté non-seulement le passage de l'une de ces deux formes à l'autre, mais encore la formation de filaments articulés, composés d'articles en *Bacterium* ou en *Bacillus*, ou à la fois d'articles en *Bacterium* et en *Bacillus*. Nous suivrons autant que possible, l'ordre chronologique, avec le nom en regard de l'auteur qui, le premier, a décrit ces différentes phases et ces différentes formes, chez la même espèce :

1863. *Bacillus anthracis* COHN (*Bactéridie charbonneuse*)

DAVAINE) ..... DAVAINÉ (155).

Bientôt, ce ne sont plus uniquement les formes en *Bacterium* et en *Bacillus* que l'on trouve associées, et dérivant l'une de l'autre, vivant à l'état libre ou réunies en filament, c'est encore la forme

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1873. <i>Bacillus acidi lactici</i> ZOPF ( <i>Vibrio lactique</i> PASTEUR ; <i>Bacterium lactis</i> LISTER).....                                                                                                                                       | LISTER (372).                    |
| 1877. <i>Bacillus septicus</i> ( <i>Vibrio septique</i> ) PASTEUR ( <i>Bacillus œdematis maligni</i> R. KOCH). ....                                                                                                                                    | PASTEUR (478)                    |
| — <i>Bacillus amylobacter</i> VAN TIEGHEM ( <i>Vibrio butyrique</i> PASTEUR, <i>Amylobacter</i> TRÉCUL, <i>Clostridium butyricum</i> PRAZMOWSKI) .....                                                                                                 | VAN TIEGHEM (592).               |
| 1878. <i>Bacillus subtilis</i> COHN ( <i>Vibrio subtilis</i> HHRENBURG).....                                                                                                                                                                           | BREFELD (92).                    |
| 1879. <i>Bacterium aceti</i> ZOPF.....                                                                                                                                                                                                                 | C. HANSEN (275).                 |
| — <i>Bacterium Pasteurianum</i> C. HANSEN .....                                                                                                                                                                                                        | C. HANSEN (275).                 |
| 1880. <i>Bacterium syncyanum</i> SCHRÖTER ( <i>Vibrio syncyanus</i> EHR., <i>Vibrio cyanogenus</i> FUCHS, <i>Bacillus cyanogenus</i> ZOPF) .....                                                                                                       | NEELSEN (435).                   |
| — <i>Bacillus lepræ</i> A. HANSEN.....                                                                                                                                                                                                                 | A. HANSEN (274).                 |
| — <i>Bacillus ulna</i> COHN.....                                                                                                                                                                                                                       | PRAZMOWSKI (511).                |
| — <i>Clostridium</i> ( <i>Bacillus</i> AUCT.) <i>polymyxa</i> PRAZMOWSKI.....                                                                                                                                                                          | PRAZMOWSKI (511).                |
| — <i>Bacterium fœtidum</i> THIN.....                                                                                                                                                                                                                   | THIN (589).                      |
| 1881. <i>Bacillus caucasicus</i> ZOPF ( <i>Dispora caucasica</i> KERN).....                                                                                                                                                                            | KERN (308).                      |
| 1882. <i>Bacillus Fitzianus</i> ZOPF .....                                                                                                                                                                                                             | BÜCHNER (97).                    |
| — <i>Bacterium merismopedioides</i> ZOPF.....                                                                                                                                                                                                          | ZOPF (661).                      |
| — <i>Tyrothrix</i> ( <i>Bacillus</i> AUCT.) <i>tenuis</i> , <i>T. filiformis</i> , <i>T. distortus</i> , <i>T. geniculatus</i> , <i>T. turgidus</i> , <i>T. scaber</i> , <i>T. virgula</i> , <i>T. urocephalum</i> , <i>T. catenula</i> , DUCLAUX..... | DUCLAUX (169).                   |
| — <i>Actinobacter</i> ( <i>Bacillus</i> AUCT.) <i>polymorphus</i> DUCLAUX.....                                                                                                                                                                         | DUCLAUX (169).                   |
| 1883. <i>Bacterium Zopfii</i> KURTH.....                                                                                                                                                                                                               | KURTH (348).                     |
| — <i>Bacillus putrificus coli</i> BIENSTOCK.....                                                                                                                                                                                                       | BIENSTOCK (54).                  |
| — <i>Bacillus subtiliformis</i> BIENSTOCK.....                                                                                                                                                                                                         | BIENSTOCK (54).                  |
| 1884. <i>Bacillus Chauvœi</i> ARLOING, CORNEVIN et THOMAS.                                                                                                                                                                                             | EHLERS (183).                    |
| — <i>Bacillus de la syphilis</i> LUTZGARTEN.....                                                                                                                                                                                                       | LUSTGARTEN (388).                |
| — <i>Bacillus megaterium</i> DE BARY.....                                                                                                                                                                                                              | DE BARY (34).                    |
| — <i>Bacillus typhosus</i> EBERTH .....                                                                                                                                                                                                                | GAFFKY (235).                    |
| — <i>Bacillus necrophorus</i> LÖFFLER .....                                                                                                                                                                                                            | LÖFFLER (375).                   |
| 1885. <i>Bacillus neapolitanus</i> EMMERICH.....                                                                                                                                                                                                       | EMMERICH (191).                  |
| — <i>Bacterium tumescens</i> ZOPF.....                                                                                                                                                                                                                 | ZOPF (662).                      |
| — <i>Bacterium janthinum</i> ZOPF .....                                                                                                                                                                                                                | ZOPF (662).                      |
| — <i>Proteus</i> ( <i>Bacillus</i> AUCT.) <i>mirabilis</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>P. Zenkeri</i> . HAUSER.....                                                                                                                                      | HAUSER (281).                    |
| — <i>Bacillus alvei</i> WATSON-CHEYNE et CHESHIRE....                                                                                                                                                                                                  | WATSON-CHEYNE et CHESHIRE (630). |

arrondie en *Coccus* ou *Micrococcus* (1), que l'on observe évoluant directement, par segmentation, des éléments rectilignes en *Bacterium* ou *Bacillus* (2).

- *Bacterium dysodes* ZOPF..... ZOPF (662).
- *Bacillus coprogenes fœtidus* SCHOTTELIUS..... SCHOTTELIUS (562).
- *Bacillus brassicæ* POMMER..... POMMER (506).
- *Bacillus ærophilus*, *B. mycoïdes* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
- *Bacterium terrigenum* B. FRANK..... B. FRANK (225).
- *Bacillus muscoïdes* LIBORIUS..... LIBORIUS (370).
- *Clostridium* (*Bacillus* AUCT.) *fœtidum* LIBORIUS... LIBORIUS (370).
- 1887. *Bacillus salivarius septicus* BIONDI..... BIONDI (61).
- *Bacillus mesentericus vulgaris* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
- *Bacillus mesentericus fuscus* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
- *Bacillus cœruleus* SMITH..... SMITH (575).
- *Proteus* (*Bacillus* AUCT.) *hominis capsulatus* BORDONI-UFFREDUZZI..... BORDONI-UFFREDUZZI (80).
- *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE (*Bacterium æuginosum* SCHRÖTER, *Micrococcus pyocyaneus*, GESSARD)..... GUIGNARD et CHARRIN (266).
- *Bacillus tuberculosis* R. KOCH (*Sclerothrix Kochii*, METSCHNIKOFF)..... METSCHNIKOFF (412).
- *Bacillus cyanophosphorescens* KATZ..... KATZ (306).
- 1888. *Bacillus carotarum* A. KOCH..... A. KOCH (331).
- *Bacillus de la diarrhée verte infantile* LESAGE... LESAGE (362).
- *Bacillus arborescens*, *B. aquatilis*, *B. vermicularis*, *B. nubilus*, *B. ramosus*, *B. diffusus*, *B. candidans*, C. et F. FRANKLAND..... C. et F. FRANKLAND (229).
- *Bacillus du xerosis conjonctival* NEISSER..... NEISSER (438).
- *Bacterium pelagia* R. DUBOIS..... R. DUBOIS (468 bis).
- *Bacterium rosaceum metalloides* DOWDESWELL. DOWDESWELL (467).
- *Bacterium laminariæ* BILLET..... BILLET (58).
- 1889. *Proteus* (*Bacillus* AUCH.) *sulphureus* HOLSCHERNIKOFF..... HOLSCHERNIKOFF.
- *Bacillus murisepticus pleomorphus* KARLINSKI. KARLINSKI (305 bis).
- *Bacillus leptosporus*, *B. sessilis*, *B. allantoides* L. KLEIN..... L. KLEIN (330).

(1) Il semble qu'il y ait parfois confusion dans les idées au sujet de ces deux termes : *Coccus* et *Micrococcus*, qui n'ont pas toujours la même acception chez tous les auteurs. Quelques-uns, en effet, considèrent les *Coccus*, tantôt comme ayant la valeur des autres éléments bactériens, tantôt ils leur attribuent un tout autre sens, et les considèrent comme des éléments reproducteurs, analogues aux conidies des Champignons. En un mot, dans ce cas particulier, les *Coccus* sont des *Arthrospores* au sens de DE BARY (34).

(2) On a, en effet, rencontré ces transformations chez un assez grand nombre de Bactériacées, C. HANSEN (275) les a décrites chez *Bacterium aceti*, KOPF (661), chez *B. merismopedioides*, et plus tard chez *B. janthinum* et *B. tumescens* (662); BUCHNER (97), chez *Bacillus Fitzianus*; KURTH (348), chez *Bacterium Zopfii*; RASMUSSEN (522), chez *Leptothrix buccalis*. MILLER (419), chez *Leptothrix gigantea*, EHLERS (183), chez *Bacillus Chauvæi*; HAUSER (281), chez ses *Proteus*; BIEDERT (53) chez *Coccobacillus zymogenes*; CUBONI (147), chez *Bacterium maydis*; L. KLEIN (330), chez *Bacterium allantoides*; etc.



En dehors des Bactériacées hautement différenciées, comme les *Cladothrix*, les *Beggiatoa*, les *Oreothrix*, un certain nombre d'autres représentants de ce groupe offrent, non-seulement des formes rectilignes ou même arrondies, mais encore des formes spirales.

Pour ne citer que les exemples qui paraissent solidement établis par des observations rigoureuses, notons : les trois espèces décrites, en 1885, par HAUSER (281), sous le nom de *Proteus* : *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *P. Zenkeri*. L'auteur y a suivi la transformation des filaments rectilignes, suivant différents milieux, en filaments spirales, en *Vibrio*, *Spirillum*, *Spirochaete*; ESCHERICH (201), en 1886, décrit également une Bactériacée, trouvée par lui dans l'intestin de cobayes, et qui présente les mêmes modifications dans la forme des éléments que celles constatées par HAUSER. Il propose même de ranger ces espèces protéennes dans un genre spécial, le genre *Helicobacterium*, qui comprendrait, outre les espèces précédentes, *Bacterium Zopfii* KURTH (348), ainsi que *Proteus hominis capsulatus*, décrit par BORDONI-UFFREDUZZI (80). D'autres Bactériacées, rangées dans le genre *Bacillus*, présentent également des formes d'éléments spirales, comme *Bacillus carotinarum* A. KOCH 331, *B. brassicae* POMMER (506), *B. caeruleus* SMITH (576), *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE, ainsi que MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) l'ont démontré d'une façon péremptoire, passe de la forme rectiligne en *Bacillus* plus ou moins longs, à la forme en bâtonnets d'abord simplement incurvés (*Vibrio*), puis nettement spirales (*Spirillum*) présentant jusqu'à huit et dix tours de spire. Ces variations morphologiques s'opèrent en modifiant très légèrement la composition du milieu nutritif (1). Enfin, tout dernièrement (février 1889), METSCHNIKOFF 413, a décrit, sous le nom de *Spirobacillus Cienkowski*, un parasite bactérien de la cavité générale de *Daphnia magna* dans lequel il montre le passage d'éléments en forme de *Bacterium* et de *Bacillus*, isolés ou disposés en chaînes filamenteuses, à d'autres éléments en forme de *Vibrio*, simplement courbes d'abord, puis en *Spirillum* à nombre de tours plus ou moins considérable, jusqu'à la forme en longues vrilles, qui ne

(1) MM. GUIGNARD et CHARRIN ont en effet observé que ces passages, des formes rectilignes aux formes courbes et spirales, s'opèrent très facilement dans un bouillon contenant de l'acide borique, dont on élève la dose de 4 gr. à 6 ou 7 grammes.

sont autres que des *Spirochæte*. Plus récemment encore (mai 1889). ROSENFELD (543) a observé un cycle de développement identique à celui de *Spirobacillus Cieukoroskii*, chez un *Komma-Bacillus*, trouvé dans le pus des Empyèmes (1).

Si nous passons aux genres à formes spirales, considérées comme invariables : *Vibrio*, *Spirillum* et *Spirochæte*, nous y constatons également des modifications de formes, au moins aussi importantes que chez les éléments rectilignes.

Chez presque tous les représentants des genres *Spirillum* et *Spirochæte*, on a d'abord constaté que ces formes filamenteuses spirales pouvaient se dissocier en articles plus courts, représentés par de simples éléments incurvés ou *Vibrio*. Tels sont : *Spirillum cholerae asiaticæ* R. KOCH (338); *Spirillum* de FINKLER et PRIOR (213), *S. sputigenum* LEWIS (368), *S. tyrogenum* DENEKE (158), *S. concentricum* KITASATO (309), *Spirochæte buccalis* COHN (127 bis), *Spirochæte plicatilis* EHRENBURG (184). Inversement, on a observé qu'un grand nombre de formes rangées jusque-là dans le genre *Vibrio*, pouvaient s'allonger en spires plus ou moins longues, tels : *Vibrio rugula* et *V. serpens* O. F. MÜLLER (430), les *Vibrio* que WEIBEL (631) a trouvés dans le mucus nasal, et celui que GAMALEÏA a rencontré dans la gastroentérite des oiseaux, et qu'il appelle *Vibrio Metschnikovi* (241 bis). On en est ainsi arrivé peu à peu à remplacer ces trois termes *Vibrio*, *Spirillum* et *Spirochæte* par la seule dénomination de *Spirillum*. En poursuivant plus loin ces différentes transformations, on s'est aperçu que les éléments simplement incurvés, en *Vibrio*, qui composent les longues vrilles de certains *Spirillum*, se décomposent par division répétée, en articles plus courts, qui ne sont que des *Bacterium* ou des *Bacillus*. C'est ce que l'on observe journellement dans les *Spirillum* du choléra asiatique, ce que MILLER (418 bis) a constaté chez *Spirochæte buccalis*, WEIBEL (631) chez ses *Vibrio* et KARLINSKI (305 bis) chez *Bacillus mure-septicus pleomorphus*. GEDDES et EWART (245) avaient déjà noté le même fait chez un *Spirillum* indéterminé (2).

(1) Nous-même (58), nous avons pu observer nettement, à l'examen en chambre humide, sous le couvre-objet, chez une Bactériacée marine, *Bacterium laminariæ*, la transformation directe de filaments rectilignes en filaments d'abord ondulés, puis se tordant progressivement en spirales, et se dissociant finalement en courts *Vibrio* et *Spirillum*.

(2) Du reste, il n'est pas rare d'observer, dans les cultures pures du *Bacille en virgule* au choléra des éléments parfaitement rectilignes, et VIGNAL (617) a montré que, dans les cultures liquides (bouillons), un autre *Vibrio*, *Vibrio rugula*, se présente fréquemment sous l'aspect de bâtonnets rectilignes.

Nous arrivons, en dernier lieu, à l'étude du genre *Micrococcus*. C'est là, en réalité, le dernier retranchement des adversaires de la théorie de la modification des formes bactériennes, et de leurs rapports génétiques. « Jamais, disent-ils, on n'a pu arriver à prouver la transformation d'un *Micrococcus* en *Bacterium* ou en *Bacillus*. »

Or, sans nous appuyer sur l'exemple du *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER (232), qui présente, d'après les descriptions mêmes de son auteur, des formes manifestement rectilignes (1), nous citerons : 1<sup>o</sup> *Micrococcus ureæ*, chez lequel, d'après VON BOEHLENDORF (70), VON JACKSCH (300) et BAILLON (29), et suivant que l'urine est acide ou alcaline, comme nous l'avons constaté nous-même (57, on voit se développer des éléments rectilignes en *Bacterium* et *Bacillus* des filaments rectilignes, et même ondulés (2); 2<sup>o</sup> *Micrococcus prodigiosus*, où, par des expériences rigoureuses, WASSERZUG (628) est arrivé, en modifiant la composition du milieu nutritif, à obtenir la succession des formes rectilignes et de formes courbes et spiralées (3).

On le voit, la théorie « des rapports génétiques » des différentes formes bactériennes entre elles est loin d'être basée sur des cas exceptionnels, ou des vues de l'esprit purement spéculatrices. Elle a été, et elle est encore défendue par des savants dont on ne saurait suspecter

(1) Les modifications de formes du *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER ont été mises de nouveau en lumière par PIPPING (499) et E. KLEIN (329).

(2) Ces observations ont été contestées, entre autres par FLÜGGE (218), HÜPPE (297), et tout récemment par MIQUEL (422); mais nous maintenons celles que nous avons faites et où nous avons pu suivre, sur un même filament, les formes en *Micrococcus*, en *Bacterium*, en *Bacillus* et en *Vibrio*. MALERBA et SANNA-SALARIS (397) viennent également de décrire, sous le nom de *Glischrobacterium*, une bactériacée (cause, selon eux, de la viscosité de l'urine) qui se présente sous forme de *Micrococcus* dans l'urine, et de *Bacillus* dans les bouillons de culture.

(3) D'ailleurs, on est loin de s'entendre, même parmi les monomorphistes, sur la signification morphologique exacte des *Micrococcus*. Telle espèce, rangée par les uns dans ce genre, est pour les autres un *Bacillus* ou un *Bacterium*. C'est ainsi que le *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER est devenu *Bacillus pneumoniae* FLÜGGE; de même *Micrococcus prodigiosus* COHN est devenu *Bacillus prodigiosus* FLÜGGE. Le Microcoque du choléra des poules (PASTEUR) qui, d'après les observations déjà anciennes de SEMMER (571), donne naissance à des bâtonnets et à des filaments, est devenu *Bacillus cholerae gallinarum* FLÜGGE. *Micrococcus pyocyaneus* GESSARD (246) est devenu *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE. Ce *Micrococcus* ou *Bacillus* est précisément un exemple où, par des observations et des expériences très rigoureuses, MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) sont parvenus à établir nettement presque toute la série des formes rectilignes, courbes et spiralées. EBERTH et SCHIMMELBUSCH (482) ont observé le passage de la forme *Bacillus* à la forme *Micrococcus* chez une Bactériacée qui infeste le corps des furets;



ni les méthodes ni le talent d'observation ou d'interprétation.

Pour nous, la question morphologique des Bactériacées est plus large encore. Il ne s'agit pas seulement, de savoir si telle ou telle espèce présente une succession de formes, dérivant les unes des autres. Il s'agit de savoir encore et surtout si les Bactériacées possèdent un cycle évolutif, à caractères morphologiques, particuliers et constants pour chaque espèce, et dont le développement général dépend d'une loi commune à la grande majorité d'entre elles.

En effet, d'après l'ensemble des données que nous possédons sur les Bactériacées, on peut aisément se rendre compte que la plupart d'entre elles passent par plusieurs phases, dans le cours de leur développement, et suivant les milieux où elles vivent.

Ainsi, dans une première phase, on trouve les éléments bactériens associés en un thalle filamenteux plus ou moins long; dans une deuxième phase, ces éléments deviennent libres et mobiles: dans une troisième, ils peuvent s'agréger en masses gélatiniformes plus ou moins considérables, et qui paraissent caractéristiques pour certaines d'entre elles. Enfin, dans une quatrième et dernière phase, il peut arriver que les filaments précédents s'enchevêtrent les uns les autres en masses pelotonnées parfois très volumineuses.

Ces quatre phases, nous les désignons plus particulièrement sous les dénominations suivantes :

1<sup>o</sup> *État filamenteux*; 2<sup>o</sup> *État dissocié*; 3<sup>o</sup> *État enchevêtré*; 4<sup>o</sup> *État zoogléique*.

Depuis plusieurs années déjà, nous avons reconnu ces quatre états, chez un certain nombre de Bactériacées (*Cladothrix dichotoma*, *Bacterium ureæ*, *B. laminariæ*, *B. parasilicium*), et nous

LEHMANN (358) dans son étude sur les *Bacterium phosphorescens* de FISCHER (214) a remarqué que les bâtonnets des poissons phosphorescents se transforment insensiblement en *Micrococcus* dans les cultures liquides et salées. De même, la Bactériacée du rouget des porcs, dans certaines cultures liquides, affecte la forme *Micrococcus* ou *Diplococcus* (*Microbe en huit de chiffre*, de PASTEUR), et celle de bâtonnets dans les tissus des animaux malades, (E. KLEIN (327 bis), LÖFFLER (376), SCHÜTZ (567), etc.). Prises d'abord pour deux microorganismes différents, ce ne sont en réalité que deux formes d'une seule et même Bactériacée, comme PAMPOUKIS (467) l'a démontré le premier. Enfin, tout récemment, en étudiant la maladie du *Lagopus scoticus*, E. KLEIN (328) a trouvé, dans le sang de ces oiseaux, des éléments en *Micrococcus*, qui, avec les cultures sur milieux solides, donnent des bâtonnets. Pour indiquer la corrélation des deux formes, *Bacillus* et *Micrococcus*, chez ces différentes Bactériacées, BIEDERT (53) propose le terme de *Coccobacillus*, adopté par quelques auteurs, entre autres par ГАМАЛЕЇА (240) pour le *Microbe* du cholera des poules, qu'il appelle *Coccobacillus avicidus*. Bien auparavant, en 1874, BILLROTH (60) avait observé ces transformations et les avait indiquées en créant le terme *Coccobacteria*.

avons résumé une partie de nos observations dans plusieurs communications à l'Académie des Sciences (1).

En dernier lieu, dans le laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France, mis généreusement à notre disposition, nous avons pu contrôler nos premiers résultats, en les complétant sur deux espèces nouvelles, *Bacterium Balbianii* et *B. osteophilum*, qui ont fait l'objet d'un premier travail présenté à la Sorbonne, comme thèse, pour le doctorat ès-sciences naturelles.

Aujourd'hui, nous joignons à cette première partie de nos recherches, nos observations complètes sur *Cladothrix dichotoma* et *Bacterium parasiticum*, en nous réservant de publier prochainement celles qui concernent *Bacterium uræ* et *B. laminariæ*.

## TABLEAU DE TERMINOLOGIE GÉNÉRALE

(Avec les significations adoptées dans ce travail).

### I. — FORMES D'ÉLÉMENTS BACTÉRIENS (2).

|                        |   |                                                                                      |
|------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Formes<br>rectilignes. | { | <b>Leptothrix</b> , élément filamenteux dont la longueur dépasse 10 fois la largeur. |
|                        |   | <b>Bacillus</b> , élément 5 à 10 fois plus long que large.                           |
|                        |   | <b>Bacterium</b> , élément 1 à 5 fois plus long que large (3).                       |
|                        |   | <b>Diplobacterium</b> , couple de deux éléments en <i>Bacterium</i> .                |
|                        |   | <b>Streptobacterium</b> , chaîne de plusieurs éléments en <i>Bacterium</i> .         |

(1) Une opinion, à peu près identique à celle que nous formulons ici sur la véritable signification morphologique du groupe des Bactériacées, a été émise, en 1884, par M. le Prof. VAN TIEGHEM (598, p. 1110). Après avoir pris pour exemple, non seulement *Cladothrix dichotoma*, mais encore *Bacillus Amylobacter*, qui « s'offre en filaments longs et immobiles, en courts bâtonnets, enfin en cellules ovoïdes ou sphériques, » M. VAN TIEGHEM ajoute : « Ces noms (*Bacillus*, *Spirillum*, *Micrococcus*, etc.) désignent donc simplement des états de la plante correspondant pour chaque espèce à des conditions de milieu déterminées, et non des genres. » Seulement, pour M. VAN TIEGHEM, chaque forme correspond à un état différent ; tandis que, pour nous, chaque état est une phase évolutive pouvant présenter la succession des différentes formes d'éléments bactériens.

(2) Par élément bactérien, nous comprenons tout article bactérien de forme rectiligne, courbe ou spiralée, qu'il soit libre et isolé, ou juxtaposé à d'autres sous forme de filament, ou encore enveloppé avec d'autres dans une même gangue zoogléique.

(3) Les longueurs que nous assignons ici à ces trois formes d'éléments bactériens rectilignes sont purement conventionnelles. Nous avons voulu simplement indiquer qu'entre

|                      |   |                                                                                                          |
|----------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formes<br>arrondies. | { | <b>Micrococcus</b> , <b>Coccus</b> , <b>Monococcus</b> élément isolé.                                    |
|                      |   | <b>Diplococcus</b> , couple de deux éléments en <i>Micrococcus</i> .                                     |
|                      |   | <b>Streptococcus</b> , chaîne de plusieurs éléments en <i>Micrococcus</i> .                              |
|                      |   | <b>Tetracoccus</b> , groupe de quatre éléments en <i>Micrococcus</i> , se faisant « vis-à-vis » 2 par 2. |
| Forme courbe.        |   | <b>Vibrio</b> , élément à une seule courbure.                                                            |
| Formes<br>spiralées. | { | <b>Spirillum</b> , élément à un ou plusieurs tours de spires et rigides.                                 |
|                      |   | <b>Streptospirillum</b> , chaîne de plusieurs <i>Spirillum</i> .                                         |
|                      |   | <b>Spirochæte</b> , élément filamenteux, à un très grand nombre de spires, et flexible.                  |

## II. — FORMES ZOOGLEIQUES (1).

**Merismopedia**, **Merista**, **Tétrade** (2), zooglée tabulaire, à éléments unis 4 par 4.

**Sarcina**, zooglée massive, cubique, formée par la réunion de plusieurs *Tétrades*.

**Ascococcus**, colonies d'éléments en *Micrococcus*, enveloppés dans une même gangue gélatiniforme épaisse.

**Ascobacteria**, colonies d'éléments en *Bacterium* ou *Bacillus*, enveloppés dans une même gangue gélatiniforme épaisse.

**Myconostoc**, zooglée d'un seul *Streptococcus* ou *Streptobacterium* ou *Streptospirillum* plus ou moins contourné ou replié sur lui-même.

ces éléments en *Leptothrix*, en *Bacillus* ou *Bacterium*, il n'y a qu'une différence de longueur. Quant à la définition du terme *Leptothrix*, elle n'est autre que celle de KÜRZING, qui considérait les *Leptothrix* comme des filaments très longs et indivis. Ce n'est que plus tard qu'on a étendu cette définition aux filaments un peu allongés, qui, à l'aide des colorants, se montraient cloisonnés.

(1) Nous donnons ce nom de formes zoogléiques à tout élément ou groupe d'éléments, entourés d'une enveloppe gélatiniforme *apparente* (avec ou sans l'aide de réactifs colorants). La présence de cette enveloppe gélatiniforme ou *glaire* (selon l'expression de M. le Prof. MARCHAND (399), est, pour nous, la condition *sine qua non* d'une formation zoogléique. Le tort d'un grand nombre de Bactériologues est de considérer comme des zooglées certaines formations telles que : colonies, essaims, voiles (*mycodermes*), où les éléments bactériens, par suite d'une division plus active, se réunissent en agrégats plus ou moins compacts, sans qu'il y ait production de *glaire* interstitielle.

(2) Le *Tétrade* ne diffère donc du *Tetracoccus* que par son enveloppe gélatiniforme.



## CLADOTHRIX DICHOTOMA COHN.

---

Parmi les types les plus élevés en organisation du groupe des Bactériacées, *Cladotrix dichotoma* est certainement celui qui se prête le plus facilement à l'étude : d'abord, par son extrême abondance en tout lieu et en toute saison ; ensuite, par ses caractères morphologiques si nets, permettant de le distinguer aisément des autres espèces. En outre, une raison capitale nous l'a fait choisir comme but premier de nos recherches, savoir : l'importance que cette Bactériacée a acquise depuis les travaux de Zopf. C'est, en effet, chez *Cladotrix dichotoma* que ce savant est parvenu à établir le plus grand nombre de preuves en faveur de la théorie du « polymorphisme ». Cependant ses conclusions ne sont pas exemptes de critique, et les attaques les plus vives ne lui ont pas été ménagées.

Nous allons essayer de reprendre l'histoire de ce type si intéressant, d'en vérifier les données déjà acquises, et même de mettre en lumière de nouveaux faits, tels que la formation et la germination des spores, la formation et le développement de la phase zoogléique, etc.....

*Cladotrix dichotoma* est très abondant dans la nature. Il n'a d'égal, sous ce rapport, que *Bacillus subtilis*. Ces deux Bactériacées se développent également bien dans les milieux putrides ; toutefois il y a, dans leur *modus vivendi*, de grandes différences, qu'il ne nous appartient pas d'établir ici.

Pour ce qui est de *Clad. dichotoma*, la principale raison qui en fait un type si distinct des autres Bactériacées, c'est de constituer une espèce formée de filaments fixés par la base, se rapprochant en cela des *Beggiatoa*, des *Crenothrix*, des *Leptothrix buccalis* et *gigantea* et de *Phragmidiothrix multiseptata*. Pour vivre, et pour vivre d'une manière florissante, il lui faut un support, le plus souvent de substance organisée, végétale ou animale. Mais la nature du végétal ou de l'animal ne lui semble pas indifférente. C'est ainsi que, parmi les animaux, il préfère les cadavres d'Annélides et d'Arthropodes

aquatiques ; et, parmi les végétaux : les Algues, et, en particulier, les Nostocacées, les Zygnémées, les Vauchériées, les Cladophorées. D'autre part, quand le liquide de culture contient les genres de supports appropriés, animaux ou végétaux (ou même les deux genres ensemble), il n'est pas rare de voir des touffes de *Cladothrix* se fixer et se développer également sur les substances les plus diverses, même sur les substances minérales. Ainsi, dans une eau où croupissent les Algues filamenteuses, on peut distinguer quelques-unes de ces touffes, attachées aux parois du vase ou à la surface du liquide : la base fixée sur un débris quelconque ou très fréquemment (ainsi que nous l'avons mainte fois observé) sur un petit cristal de carbonate de chaux, et l'extrémité libre flottant au sein du liquide.

De même, il n'est pas, non plus, absolument nécessaire que le support soit une substance en putréfaction. Il nous est arrivé bien souvent d'observer des touffes de *Cladothrix* en pleine vigueur, sur des Algues filamenteuses encore vertes ou sur les soies d'Oligochètes Limicoles vivants, en compagnie de colonies d'autres Bactériacées (*Beggiatoa alba*) et d'Infusoires du groupe des Vorticellides.

Nous avons dit, au commencement, qu'il était très facile de se procurer des échantillons de *Clad. dichotoma*. Nous allons maintenant indiquer le procédé de récolte qui nous a toujours réussi. En même temps, nous décrirons rapidement, quitte à y revenir avec plus de détails dans la suite, la série des transformations qui s'opèrent dans une culture de cette Bactériacée.

Le procédé de récolte le plus simple consiste à faire une moisson des Algues filamenteuses les plus communes (Nostocacées, Zygnémées, Vauchériées, etc.). Il faut choisir de préférence une eau limpide, où abondent les petits crustacés (Cyclops, Daphnies, Cypris, etc.), qui deviendront eux-mêmes, à mesure que la putréfaction fera des progrès, des aliments précieux pour le développement des *Cladothrix*.

Dès que la récolte est faite, on prépare un certain nombre de vases en verre bien clairs, assez profonds, et à large ouverture, permettant le libre accès de l'air. On remplit chacun de ces vases avec l'eau même du ruisseau ou de la mare où l'on a trouvé les Algues. — A son défaut, on peut prendre de l'eau de fontaine. — L'important est de placer au fond une certaine quantité de ces Algues, de façon, par

exemple, que les trois quarts du liquide soient occupés par elles. En un mot, il faut que, grâce au tassement des Algues et à la petite quantité d'eau relative, la putréfaction de la masse se produise assez rapidement, tout en laissant le temps nécessaire pour que l'on puisse facilement observer toutes les phases du développement de *Cladothrix*. Les vases largement et librement ouverts, ou abrités seulement soit par une gaze, soit par une ouate légère, doivent être exposés dans un lieu bien éclairé et à une température ne dépassant pas + 12° à 15° c.

Dans ces conditions, et au bout d'un laps de temps peu considérable, variant de trois à huit jours, on voit se développer, sur les Algues, une légère couche blanchâtre, qui apparaît comme un duvet entourant les filaments superficiels d'une sorte de manchon neigeux. Peu à peu ce duvet s'étend et prend bientôt l'aspect d'un fin chevelu, très facile à distinguer à l'œil nu, par une belle lumière, ou encore à l'aide du photophore TrouvÉ. Ce chevelu n'est autre chose que l'ensemble des touffes à fausses ramifications de *Cladothrix*, touffes qui peuvent atteindre une hauteur de plusieurs millimètres, et s'étendre sur toute la surface occupée par les filaments des Algues. A mesure que la putréfaction, rapide ou lente, fait des progrès, et que les filaments les plus superficiels commencent à perdre leur teinte verte, les touffes de *Cladothrix* développent de plus en plus leurs branches fines et déliées.

Le liquide commence à se troubler, on perçoit cette odeur spéciale d'Algue en putréfaction, rappelant l'odeur des *Fucus* du bord de la mer, et l'on voit les parois du vase se recouvrir d'une riche végétation de *Cladothrix*. C'est la phase du début ou **État filamenteux**.

Si la température reste stationnaire et assez basse (ne dépassant pas 10° c.), si la quantité d'eau est assez grande, si enfin le tassement des filaments d'Algues n'étant pas exagéré, la putréfaction ne marche qu'avec une certaine lenteur. on peut conserver, et observer à loisir, ce curieux développement, pendant des semaines entières.

Pour que la scène change, il faut peu de chose : soit augmenter la température de quelques degrés, soit diminuer la quantité d'eau, ou tasser un peu plus fortement les Algues dans le fond des vases. Alors la putréfaction ira plus vite ; et à l'état filamenteux on verra succéder d'autres périodes, où *Cladothrix* perdra la forme ramifiée



qui lui a fait donner son nom, pour en affecter d'autres non moins caractéristiques.

Mais auparavant, et parmi les éléments mêmes qui constituent les fausses ramifications, il se passe des changements importants, qui aboutissent à la formation des *spores endogènes*.

Ces spores achèvent la dissémination de la plantule, et alors la végétation se montre dans toute sa splendeur.

Cependant, à mesure que la putréfaction s'accroît, et que l'odeur du liquide augmente, les filaments végétatifs deviennent de moins en moins nombreux. D'une part, la formation et la germination des spores s'arrêtent, et, d'autre part, les filaments déjà formés sont le siège d'un travail de désagrégation générale. Le résultat est la dissociation des filaments primitifs en tronçons de longueurs les plus différentes et de formes les plus variées, rectilignes, courbes ou spiralées. En outre, ils acquièrent des mouvements de plus en plus actifs, à mesure qu'ils se rapprochent de la surface, qu'ils sont plus courts, et que la putréfaction est elle-même plus active. C'est la deuxième phase ou **État dissocié**.

Ces tronçons, au lieu de vivre indépendants, peuvent s'entrelacer, s'enchevêtrer les uns dans les autres ou autour des filaments d'Algues. C'est une troisième phase ou **État enchevêtré**.

Dans tous les cas, avec les progrès de la putréfaction, ces différents tronçons se rassemblent à la surface du liquide, arrivent à leur minimum de longueur par un double travail de dissociation et de segmentation, perdent peu à peu leurs mouvements, et s'agrègent en masses plus ou moins compactes, ou *Zooglées*, entourées d'une gangue gélatiniforme commune. C'est une quatrième phase ou **État zoogléique**.

Finalement, ces zooglées, dont l'aspect arborescent des plus constants, et par suite des plus caractéristiques, leur a fait donner le nom de *Zooglae ramigera*, augmentent considérablement en surface et en volume, et obturent complètement la surface libre du liquide. A ce moment, si l'on ne transplante pas ces zooglées dans un milieu de culture nouveau, elles finissent, faute d'espace, par subir, dans leurs éléments, une sorte de dégénérescence granuleuse, avec hypertrophie de leurs parois : elles tombent au fond du liquide, et meurent. Si, au contraire, on les transplante dans un milieu convenable, on voit les éléments constitutifs se dissocier,

revivre à l'état de liberté, dans le liquide, et refaire des spores, qui reproduiront la plantule, avec son port ramifié caractéristique.

État filamenteux, état dissocié, état enchevêtré, état zoogléique : tels sont les quatre états que l'on peut observer dans le développement de *Clad. dichotoma*, et qui constituent son cycle évolutif.

Toutefois il est très important de bien s'entendre sur la valeur que nous attachons à ces termes : état filamenteux, état dissocié, etc. Bien que ce soient des périodes de développement, les termes qui les représentent n'ont, en aucune façon, la signification qu'on attache ordinairement au mot *stade*, en embryogénie. Les différents états que nous venons d'énumérer, et d'esquisser rapidement, ne correspondent pas à des phases se succédant forcément dans le courant du développement. Ce sont uniquement des changements d'états, de manières d'être de la plante, variant suivant les différentes conditions et les différents milieux où elle vit. Tel ou tel *Clad. dichotoma*, si les conditions de milieu restent les mêmes, peut indéfiniment se présenter sous l'état *filamenteux*. Nous avons ainsi conservé, pendant plusieurs semaines, des *Clad. dichotoma*, rien qu'en empêchant la putréfaction de se produire, c'est-à-dire en abaissant la température, et en les maintenant dans une grande quantité de liquide.

De même, l'état *enchevêtré* et l'état *zoogléique* peuvent manquer, et la plante peut s'arrêter à l'état *dissocié*. On ne trouvera plus alors, dans le liquide, que des éléments mobiles, de formes variées, différant peu des Bactériacées les plus vulgaires, et dont on n'oserait affirmer la provenance, si on n'en avait pas suivi le développement.

Enfin, on peut arriver d'emblée à l'état *zoogléique*, si la putréfaction est très active. Alors le liquide nourricier est recouvert d'une pellicule gélatiniforme plus ou moins épaisse, et l'on trouve tous les stades intermédiaires entre la zooglée du début, arrondie, à un petit nombre d'éléments, et la zooglée finale, à éléments nombreux et de forme ramifiée. Ici encore, il serait très difficile de relier cet état zoogléique à l'état filamenteux, si l'on n'observait pas tous les termes de passage, d'une part, entre les éléments des filaments ramifiés et la petite zooglée arrondie du début, et, d'autre part, entre celle-ci et la zooglée finale de forme arborescente.

Nous allons maintenant aborder l'étude minutieuse de l'aspect que

présente la plantule, pendant ces différents états, en nous attachant surtout à mettre bien en lumière les liens qui unissent entre elles les différentes phases de son existence.

### ÉTAT FILAMENTEUX.

L'état filamenteux est la première période de ce cycle : période dans laquelle *Clad. dichotoma* se présente essentiellement sous l'aspect de filaments, à fausses ramifications plus ou moins nombreuses.

Cette apparence si caractéristique de fausses ramifications, qu'on ne rencontre chez aucune autre Bactériacée, ne s'observe d'ailleurs que lorsque la plante est dans son plein accroissement, dans son état adulte, pour ainsi dire.

Auparavant, et depuis la spore qui lui donne naissance jusqu'à son complet épanouissement, chaque touffe de *Cladothrix* parcourt, dans son développement, les trois *stades* suivants :

1° *Stade monoclade*, où la plante n'est représentée que par un seul filament, destiné à devenir le rameau générateur principal ;

2° *Stade biclade*, où apparaît la première ramification : le rameau principal s'étant divisé en deux rameaux primaires, dont l'un continue le rameau principal, et l'autre diverge du premier, sous un angle variable ;

3° Enfin, le *Stade polyclade*, où chacun de ces deux rameaux primaires donne naissance à des rameaux secondaires, tertiaires etc...

**Stade monoclade.** — Nous désignons ainsi le premier stade de l'évolution de la touffe végétative de *Cladothrix*. Ce stade correspond à la forme *Leptothrix* décrite par ZOPF. La plante, à ce stade, est représentée par un filament unique, non ramifié, qui provient directement de la spore. Nous étudierons plus loin (p. 98) la germination de cette spore en filament. Ici, nous allons décrire l'aspect de ce filament simple, qui est destiné à devenir le rameau principal de la future touffe végétative, et d'où dériveront tous les autres rameaux.



Dans les verres à expériences, on les trouve surtout à la zone la plus aérée, c'est-à-dire la plus rapprochée de la surface, soit attachés sur les algues vertes, soit encore à la surface même du liquide, sur des matériaux divers, de nature organisée ou minérale. — Dans une expérience particulière, où la surface de l'eau était couverte d'une fine poussière de cristaux microscopiques de carbonate de chaux, nous avons observé, de la part des filaments, une sorte de prédilection pour ces cristaux. Chaque cristal était entouré d'un certain nombre de filaments, auxquels il servait ainsi de support : et l'ensemble avait une apparence étoilée ou rayonnée (que nous avons représentée, fig. 1, Pl. I).

Cette disposition étoilée qu'affecte la réunion des jeunes filaments de *Cladothrix*, déjà signalée par ZOPF, contribue singulièrement, plus tard, à la formation des touffes épaisses de *Cladothrix* dont nous avons déjà parlé.

Du reste, ce groupement rayonné semble assez fréquent, du moins parmi les Bactériacées fixées. ZOPF (658) l'a décrit chez *Crenothrix Kühniana*; ENGLER (195), chez *Beggiatoa alba*; MILLER (419) chez *Leptothrix gigantea*. Il est également répandu chez *Leptothrix buccalis*, et nous-même l'avons constaté chez *Bacterium parasiticum*.

Le filament, tout en ayant une direction générale verticale, n'est pas toujours rectiligne, mais décrit une série de courbes d'autant plus accusées qu'on s'approche du sommet. Ces séries de courbes se continueront et s'accroîtront davantage dans les stades suivants, et joueront même un grand rôle dans la production des ramifications. Quant aux filaments monoclads, ils ne possèdent qu'un petit nombre de ces courbes : quelques-uns en ont trois ou quatre ; la plupart n'en ont que deux. Plusieurs même se ramifient dès la première courbe.

Nous considérons le filament comme un véritable tube plein : et par conséquent, il convient d'y décrire :

- 1° Une paroi, formée, en réalité, de deux gaines concentriques ;
- 2° Un contenu, dont les éléments sont de formes diverses.

*Paroi.* — La paroi, avons-nous dit, est double. et consiste en une gaine externe et une gaine interne.

La *gaine externe* (*Ge.* sur toutes les figures) enveloppe, comme un manchon, tout le filament. Nous verrons plus loin qu'elle commence à se montrer, dès que germe la spore. Dans un filament monocladé dont la base ne conserve plus que les vestiges des enveloppes de la spore, cette base est élargie et épaisse ; elle est d'ailleurs indiquée, après coloration, par une ligne très accentuée, ou *plaque d'attache*, laquelle (ainsi que nous le démontrerons) n'est autre chose que le vestige de l'enveloppe externe de la spore (*A.*, dans les figures de Pl. I. — *Pa.*, fig. 5, Pl. IV). Du centre de cette plaque, s'élève le filament proprement dit ; et des bords de la plaque, on voit naître la gaine externe. Comme le diamètre de la plaque est toujours deux à trois fois aussi long que le diamètre du filament proprement dit ( $2\ \mu$  à  $2,5\ \mu$ ), la gaine externe paraît d'abord assez large ; mais elle se rapproche rapidement du filament, de sorte qu'elle présente, à la base, et en coupe optique, une apparence triangulaire (*A.* fig. 2, fig. 3, fig. 7. — Pl. I). Si l'on suit le filament dans toute sa longueur, on voit que la gaine externe le côtoie de très près, sur une assez grande hauteur, et s'en éloigne peu à peu, à mesure qu'on approche de l'extrémité libre. — Ainsi, les deux côtés de cette gaine ne sont point parallèles ; ils vont en divergeant, de la base au sommet : son diamètre, qui est de  $1,5$  à  $2\ \mu$ , un peu au-dessus de la base, peut atteindre  $3\ \mu$ . au voisinage du sommet : Nous disons « au voisinage du sommet » ; car, au sommet même, elle s'atténue ; et se rapprochant de nouveau du filament, pour se terminer en pointe, elle confond ainsi ses bords avec ceux de la gaine interne (*B.*, fig. 2 et fig. 9, Pl. I).

Cette gaine externe, dont le rôle va être considérable, dans les stades suivants, nous l'avons trouvée, d'une manière constante, chez tous les sujets que nous avons étudiés. Ce qui fait que sa présence est difficile à remarquer, c'est que, sans réactifs, elle est complètement invisible : sa réfringence est telle qu'elle échappe à l'œil de l'observateur. — De plus, elle se colore très difficilement ; et ce n'est que par une manipulation particulière, que nous sommes parvenu à la déceler. Voici le procédé :

On commence par faire passer un courant de solution aqueuse iodo-iodurée (1), sous le couvre-objet de la préparation ; on laisse

(1) La solution iodo-iodurée dont nous nous servons, est celle de RANVIER :

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Iodure de potassium..... | 2 gr.         |
| Eau.....                 | 100 »         |
| Iode.....                | à saturation. |

le filament s'imprégner d'iode, pendant quelques minutes ; puis, sans prendre la peine de laver, on fait passer un courant de solution aqueuse, soit de violet de méthyle, soit de fuchsine. — Si, à ce moment, on observe la préparation, on voit que la matière colorante, au lieu de refouler l'iode, comme cela aurait lieu pour tout autre liquide, se précipite, au contraire, en fines granulations noirâtres, qui se déposent le long de la gaine externe, en la faisant ainsi apparaître elle-même sous forme d'un pointillé granuleux. — D'ailleurs, il est une autre façon de reconnaître cette gaine, et de prouver, en même temps, que ce n'est pas, ici, le résultat d'un simple artifice de coloration. Il arrive très souvent que l'on voit se déposer, sur cette gaine, des matériaux divers : entre autres, des diatomées et des spores de plusieurs autres Bactériacées, et tout particulièrement des spores de *Bacterium parasiticum*. Eh bien ! jamais ces spores, dont quelques-unes germent, ne se trouvent appliquées directement sur la paroi interne. A un fort grossissement (au moins 1500 D), on voit nettement, entre la spore et la paroi interne du filament, un certain espace de dimension variable. Et quand un grand nombre de spores ou de diatomées se sont ainsi fixées, elles se trouvent rangées sur une même ligne, qui suit le filament dans toute sa longueur, indiquant bien ainsi que le filament est séparé du milieu ambiant par une zone périphérique. — Enfin, dans les vieux filaments, quand la base prend cette teinte ocreuse observée par ZOPF, et considérée par lui comme due à un oxyde de fer, c'est la gaine interne qui se teinte d'abord ; puis, en dernière analyse, la gaine interne (Voir fig. 6. Planche IV) prend, elle aussi, une teinte ocreuse, mais toujours moins sombre que celle de la gaine interne. On peut ainsi, sans coloration artificielle, prouver l'existence des deux gaines ; car on trouve des filaments sur lesquels la gaine interne étant d'un brun foncé, presque noir, la gaine externe est simplement olivâtre ou ocreuse.

Quelle est la nature de cette gaine externe ? Les réactifs ordinairement employés pour déceler la cellulose, tels que le chlorure de zinc iodé, la teinture d'iode, l'iode avec l'acide sulfurique, sont sans action sur cette membrane. Le rôle qu'elle joue plus tard dans la formation des zooglées, ainsi que son analogie frappante avec l'enveloppe signalée autour des *trichomes* de certaines Nostocacées,

nous fait plutôt croire qu'elle est de nature mucilagineuse (1).

La gaine interne (*Gi*, sur toutes les figures) est celle qui est directement appliquée contre les éléments intérieurs du tube. A l'opposé de la gaine externe, elle est toujours visible, même sans réactifs, et avec d'autant plus de netteté que le filament vieillit d'avantage. Sur nos figures de la Pl. I, nous l'avons indiquée par un simple trait. C'est que, en effet, sur les filaments jeunes, elle est assez tenue, assez mince, au sommet, pour laisser souvent discerner les éléments du tube central, sans le secours des réactifs. Mais plus tard, dans les filaments polycladés anciens, et surtout dans les touffes à filaments sporigènes, elle s'épaissit considérablement, et on peut la dessiner sous forme d'un double trait (Voir fig. 4 et fig. 6. — Pl. IV), dont l'épaisseur est toujours plus grande à la base qu'au sommet.

Un autre caractère propre à cette gaine, c'est la coloration. Chez les jeunes sujets, elle est d'un blanc terne à reflet légèrement olivâtre, qui masque totalement les éléments intérieurs. Cette teinte s'accuse d'autant mieux que l'on s'approche davantage de la base. C'est encore cette paroi interne qui, à mesure qu'elle vieillit et s'épaissit, change de teinte, ainsi que nous l'avons dit plus haut (p. 33), et passe rapidement du vert olivâtre au jaune ocreux, au brun, et enfin, de *l* en *f*, au noir. ZOPF (660) rapproche cette coloration de celle que COHN (129), ainsi que lui-même (658), avait observée sur les filaments de *Crenothrix*, lesquels, selon COHN, s'étaient imprégnés d'oxyde de fer, au sein d'une eau ferrugineuse. — Quant à nous, il nous a été impossible de mettre en évidence la présence du fer (2), malgré tous les réactifs employés : potasse, soude, ammoniacque, prussiate jaune et pr. rouge, sulfocyanure de potassium (avec

(1) Cette gaine n'avait pas encore été signalée, dans les filaments monocladés ; mais ZOPF, dans une figure, une seule (660. — Pl. I, fig. 4), la représente autour d'un filament polycladé. Mais il ne lui accorde pas toute l'importance qu'elle mérite, et n'insiste pas sur le rôle capital qu'elle joue — ainsi que nous le montrerons — dans l'aspect ramifié de la plante.

(2) Nous nous sommes bien gardé, pour cette recherche du fer, dans les gaines de *Cladotrix*, d'ajouter un acide, et a fortiori un acide à chaud (comme cela est pourtant indiqué dans certaine *Microchimie*) ; car l'acide, décomposant le réactif *ferro* ou *ferricyanure de potassium*, et rendant libre le fer de ce réactif, ferait apparaître le précipité bleu dans n'importe quelle dissolution, et même dans l'eau distillée.



ou sans chlore); sulfures alcalins, acides tannique, gallique, pyrogallique, salicylique, succinique, benzoïque. etc. Bien plus, l'eau elle-même où nous avons trouvé ces filaments ocreux en grand nombre, ne renfermait aucune trace de fer. — A côté des filaments de *Cladothrix*, on rencontrait des tiges de *Anthophysa vegetans* (comme dans les observations de ZOPF) et de diverses espèces de *Vorticelles*, ainsi que des Diatomées, qui possédaient une coloration identique. Or, cette dernière n'était pas plus influencée par les réactifs des sels de fer que la coloration des filaments de *Cladothrix* tandis que cette coloration *se dissolvait*, soit dans les acides forts (azotique, sulfurique, chlorhydrique), soit dans la potasse ou la soude, et cela aussi bien chez *Cladothrix* que chez *Anthophysa* et les *Vorticelles*. — Malgré l'opinion contraire de ZOPF nous croyons que cette coloration est de même nature aussi bien chez *Cladothrix* que chez *Anthophysa* et les *Vorticelles*, et due uniquement à un pigment spécial. Nous n'infirmons les résultats ni de COHN, ni de ZOPF, à savoir que le fer peut se déposer dans les filaments (1) de *Cladothrix*; mais nous constatons que, dans le cas particulier de notre observation, la coloration était due, non au fer, mais plutôt à un pigment particulier, encore indéterminé (2).

Quelle est la nature de cette gaine interne? A la vérité elle se colore en brun pâle par l'iode, mais en brun également par le chlorure de zinc iodé, et par l'iode avec l'acide sulfurique. — Elle n'offre

(1) Il convient toutefois de citer le récent travail de WINOGRADSKY (644), qui a démontré, à l'aide d'expériences rigoureuses, que, chez *Leptothrix ochracea* KUTZING, la coloration ocreuse était réellement causée par une oxydation des sels de fer contenus dans l'eau. Cette action serait due, non pas à une action de l'oxygène de l'air, mais bien à l'action directe du protoplasma des éléments bactériens. Bien plus, *L. ochracea* ne pourrait pas vivre dans une eau non ferrugineuse, quand bien même les matières organiques s'y trouveraient.

(2) A rapprocher de l'enduit ochracé que M. le Prof. A. GIARD (249) a signalé, à l'intérieur des tubes et sur les pattes de *Callianassa subterranea*, et d'*Urothoe*, commensaux d'*Echinocardium cordatum*. Il est à remarquer que les animaux dont les pattes présentent ce revêtement de teinte ferrugineuse, se trouvent dans les mêmes bancs de sable qu'un autre commensal d'*Echinocardium*, le *Montacuta ferruginosa*. Or, M. GIARD s'est assuré dernièrement que l'enduit d'aspect ferrugineux auquel cette espèce doit son nom, est dû, non pas au dépôt des excréments de l'animal sur la partie des valves voisines de l'anus, comme le veut JEFFREYS, mais bien à une Bactériacée voisine de celle qu'ENGLER a dénommée *Phragmidiothrix multiseptata*, et qu'il propose d'appeler *P. incrustans* (250).



donc pas les réactions de la cellulose pure. — D'autre part, les couleurs d'aniline la colorent distinctement. — En réalité, elle présente, avec un peu moins d'intensité peut être, les mêmes réactions que les éléments contenus à l'intérieur du filament. — Enfin, son indifférence pour les acides et les alcalis, qui la laissent intacte, même employés à l'état concentré, indique assez la nature spéciale de la paroi des filaments des Bactériacées. — Nous croyons que cette membrane, en raison des propriétés énoncées plus haut, est formée d'une matière chimique dérivée de la cellulose, et modifiée de façon à résister aux agents les plus différents, les plus actifs, et à protéger ainsi efficacement les éléments de l'intérieur du filament.

*Contenu.* — Le contenu du filament se compose d'éléments bactériens de formes diverses, enfermés entre les parois de la gaine interne.

Ces éléments ont la forme générale de bâtonnets rectilignes, et diffèrent seulement entre eux par leur longueur et leur largeur. En principe, les bâtonnets sont d'autant plus larges et plus courts, que l'on approche davantage de l'extrémité libre du filament. Sur nos figures, nous avons désigné ces différents éléments par des lettres grecques ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,...); et pour la dénomination, nous avons suivi la terminologie usuelle, indiquée sur notre tableau : les termes variant uniquement d'après la forme et la longueur des éléments.

Ces éléments ont une membrane d'enveloppe distincte de la gaine interne. Il est aisé de se rendre compte de l'existence de cette membrane : 1° dans les éléments sporifères, où l'on voit les spores au centre et aux extrémités de chaque élément, le reste du protoplasma étant devenu hyalin, et circonscrit par une mince enveloppe dessinant la forme de l'élément (Voir  $\gamma^5_a$ ,  $\gamma^5_b$ , ....., fig. 2, Pl. IV); 2° Dans les éléments isolés et hypertrophiés, ayant subi la dégénérescence particulière dont nous parlerons plus loin (p. 102), où le protoplasma intérieur est également devenu hyalin, chargé de granulations, et où la membrane d'enveloppe se voit même sans le secours de réactifs (Voir fig. 9, pl. IV). D'autre part, si l'on considère, par exemple, la fig. 9 (Pl. I), dans laquelle est représentée l'extrémité supérieure libre d'un rameau de *Cladothrix*, on voit manifestement que la gaine interne (*Gi*) est indépendante de la membrane propre des éléments. Cette distinction entre les deux

membranes est surtout évidente dans les intervalles qui séparent les éléments  $\gamma^2_a$  de  $\gamma^3$ , et  $\gamma^3$  de  $\gamma^4$ .

La forme générale, avons-nous dit, est rectiligne. Chaque bâtonnet est limité par deux faces parallèles, dans toute son étendue. Quant aux extrémités, elles sont arrondies : elles le sont brusquement et d'une façon peu accentuée. Elles diffèrent, en cela, d'un grand nombre de bâtonnets appartenant à d'autres Bactériacées. En effet, dans beaucoup de cas, on voit les extrémités s'atténuer peu à peu, depuis la partie centrale, qui reste la plus large, ou bien se terminer en pointe plus ou moins mousse, ou enfin couper à angle droit le corps du bâtonnet. Quant aux dimensions, elles varient, dans un même filament, suivant la situation des bâtonnets. Le diamètre longitudinal et le diamètre transversal sont toujours en raison inverse l'un de l'autre : le premier est d'autant plus long que le second est plus court. La différence entre les deux diamètres s'accuse principalement à la base. C'est même cette différence entre les dimensions des éléments, à la base et au sommet, qui frappe le plus, dans la structure du filament. Accentuée surtout chez les filaments polycladés, cette différence existe déjà chez les monocladés, et d'une façon assez remarquable, pour leur donner un cachet particulier qui permet de les reconnaître aisément.

Les deux diamètres (transv. et longit.) croissant en raison inverse l'un de l'autre, il arrive que, vers le sommet, ils finissent par devenir presque égaux, et que les dimensions, de rectangulaires qu'elles étaient, à la base, se rapprochent insensiblement de la forme carrée, à l'extrémité libre. Les derniers éléments, en raison de leurs deux extrémités courbes, qui finissent par se toucher, ont presque la forme arrondie, ou plutôt elliptique : le diamètre longitudinal l'emportant toujours un peu sur le diamètre transversal.

Grâce à cette inégalité des deux diamètres, inégalité diminuant à mesure qu'on approche du sommet, on trouve toutes les formes de bâtonnets rectilignes, depuis l'élément en *Leptothrix* jusqu'à l'élément en *Bacterium* court, à diamètres presque égaux. C'est ainsi que, à la base, on a des éléments en *Leptothrix* (Fig. 2,  $\alpha^1$  — Fig. 3,  $\alpha^4$ ,  $\alpha^1_a$ ,  $\alpha^1_b$ , — fig. 7,  $\alpha^4$ ,  $\alpha^1_a$ , — Pl. I), c'est-à-dire des bâtonnets assez longs, dont le diamètre longitudinal est plus de dix fois aussi grand que le transversal (1). Par exemple : le diamètre transversal des

(1) Voir notre tableau de terminologie générale, page 23.



*Leptothrix* de la base variant de 0,5 à 1  $\mu$ , le diamètre longitudinal est au moins de 5  $\mu$  à 10  $\mu$ , et peut aller jusqu'à 15  $\mu$ , 20  $\mu$ , et au-delà. — Il peut même se faire que le filament monoclade, dans sa totalité, ou dans la plus grande partie de son étendue, ne soit formé que d'un élément en *Leptothrix*, terminé par un petit nombre d'éléments plus courts.

Si l'on remonte le long du filament, on s'aperçoit que les éléments en *Leptothrix*, à mesure qu'ils sont plus élevés, diminuent leur diamètre longitudinal au profit du transversal. Cette différence est bien accusée sur la fig. 3 (Pl. 1), entre le *Leptothrix*  $\alpha^1$  de la base et le *Leptothrix*  $\alpha^1_b$ , qui passe insensiblement à la forme *Bacillus*  $\beta^1$ , par simple variation entre les diamètres.

On arrive donc ainsi à l'élément en *Bacillus*, bâtonnet rectiligne, dont le diamètre longitudinal égale cinq à dix fois le diamètre transversal. Leur diamètre transversal variant de 0,8 à 1  $\mu$ , leur diamètre longitudinal sera de 4  $\mu$  et 5  $\mu$  à 8  $\mu$  et 10  $\mu$  (Voir fig. 2:  $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ ,  $\beta^1_b$ , — fig. 3:  $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ , — fig. 7:  $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ , — Pl. 1). — De même que l'on passe insensiblement de la forme *Leptothrix* à la forme *Bacillus*, de même on trouve tous les passages entre cette dernière et la forme *Bacterium* ( $\gamma$ , sur toutes les figures), bâtonnet rectiligne, dont le diamètre longitudinal n'égale pas cinq fois le diamètre transversal. Parmi les éléments en *Bacterium*, on peut distinguer même : d'un côté, le *Bacterium long*, qui se rapproche le plus du *Bacillus*, et a un diamètre longitudinal égalant plus de trois à quatre fois le diamètre transversal (Voir :  $\gamma^1$  des fig. 2 et 3, pl. 1); d'autre part, le *Bacterium court*, dont le diamètre longitudinal n'égale qu'une ou deux fois le diamètre transversal ( $\gamma^3$  des fig. de pl. 1), et, comme intermédiaire à ces deux éléments extrêmes, le *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ). — Les éléments en *Bacterium* pouvant naître à différentes hauteurs du filament, on trouvera, pour leurs diamètres, des chiffres très différents, non-seulement sur le même filament, mais encore sur deux filaments voisins de même longueur. — On trouvera même (et cela est très fréquent) des filaments monoclades n'ayant que des éléments en *Bacterium*, soit longs et courts, à la fois, soit uniquement longs ou courts — sans *Bacillus*, sans *Leptothrix*. Dans ce dernier cas, la série d'éléments en *Bacterium* peut être interrompue dans toute la longueur du filament, et correspond alors à la forme *Streptobacterium* des auteurs. Toutes



ces dispositions dépendent uniquement de la division plus ou moins active des éléments, qui elle-même est en rapport avec le degré de putréfaction du liquide.

On trouvera donc des éléments en *Bacterium*, n'ayant, comme diamètre transversal, que  $0.5\ \mu$ , s'ils sont à la base même des filaments, et certains autres pouvant atteindre  $1\ \mu$  et  $1.5\ \mu$ , s'ils se trouvent au sommet.

Mais, en général, la division se faisant plus activement au sommet, il en résulte que, s'il existe, sur un même filament, des éléments en *Bacterium long* et en *B. court*, on trouvera toujours ces derniers plutôt au sommet qu'à la base; et si le filament est un peu long, les éléments en *Bacterium* du sommet seront plus courts et plus larges que ceux de la base.

Dans les filaments monoclads où la division est très active, la période de dissociation (c'est-à-dire de mise en liberté, hors du filament, des éléments qu'il contient) peut se faire avant même que la première ramification ait lieu. Dans ce cas, très souvent, les derniers éléments en *Bacterium* raccourcissent tellement leur diamètre longitudinal, que celui-ci finit par se réduire à la dimension du diamètre transversal; et, les deux extrémités courbes se rejoignant, on a un élément presque arrondi, ou tout au moins elliptique, se rapprochant alors du *Coccus* ou *Micrococcus*. A un faible grossissement, les éléments paraissent complètement arrondis; et s'il en existe un grand nombre se juxtaposant en série moniliforme, il semble qu'on ait devant les yeux un *Streptococcus* (*Torula* de quelques auteurs). En réalité, on a encore un *Streptobacterium*.

Sur la fig. 2 (Pl. 1), on voit, clairement indiqués, malgré le faible grossissement (600 D), tous les passages entre les éléments en *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$ ) et en *Bacterium* elliptique terminal ( $\gamma^4$ ), passages marqués par les deux éléments en *Bacterium court* intermédiaires ( $\gamma^3$  et  $\gamma^3_a$ ). A ce faible grossissement,  $\gamma^4$  paraît presque arrondi; mais à un plus fort grossissement (1600 D), et à l'aide de l'objectif à immersion homogène, on voit (fig. 9, pl. 1) que  $\gamma^4$  et  $\gamma^4_a$  ont encore un diamètre longitudinal un peu plus long que le transversal: soit  $1.8$  à  $2\ \mu$  sur  $1.5\ \mu$  (1). On voit également,

(1) Ces dimensions ont été prises sur l'extrémité libre d'un filament polycladé jeune. La forme est la même, chez les éléments des filaments monoclads; seulement, les dimensions sont un peu moindres.

de A en B, la série des éléments intermédiaires à  $\gamma^1$  et  $\gamma^4$ , marquée par les *Bacterium*  $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^3$ .

En comparant attentivement ces résultats avec la fig. 14<sup>b</sup> (Pl. 1) de l'ouvrage de ZOPF (660), il est facile de reconnaître que ce qu'il décrit comme un chapelet de *Cocci* n'est autre qu'un chapelet de ces mêmes *Bacterium* courts et elliptiques, analogues à ceux qui sont désignés, sur nos figures, par la lettre  $\gamma^4$ .

Nous n'insisterions pas avec tant de soin sur ce point, subtil au premier abord, si nous ne devions pas, dans la suite, distinguer ces prétendus *Cocci* des filaments végétatifs d'avec d'autres *Cocci*, représentés par le même auteur, dans la même planche 1 (fig. 5 et 6), réellement sphériques ceux-là, mais qui n'ont ni la même genèse, ni la même valeur morphologique, — et qui, pour nous, sont destinés à devenir les spores endogènes de *Cladothrix*.

En résumé : les filaments monoclads renferment des éléments bactériens rectilignes, qui se segmentent de plus en plus, à mesure qu'ils s'approchent de l'extrémité libre, et dont le diamètre transversal va en s'allongeant, tandis que le diamètre longitudinal, au contraire, va en se raccourcissant. Cette segmentation active détermine donc la production des formes suivantes, en allant de la base au sommet : *Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium* (long, court et elliptique), que l'on rencontre ordinairement sur le même filament.

On comprend maintenant pourquoi nous n'avons pas conservé à ce stade, la dénomination de *Leptothrix*, assignée par ZOPF. Le terme de *Leptothrix*, en effet, d'après le sens que lui donnent la majorité des bactériologues, veut dire : *filament long, grêle, indivis*. A une époque où l'on ne connaissait pas encore les réactifs nécessaires pour faire apparaître les éléments compris dans l'intérieur des filaments, un grand nombre de Bactériacées filamenteuses étaient considérées comme ne se segmentant pas, et on les rangeait dans le genre *Leptothrix* (tel : *L. buccalis*). — Les filaments simples de *Cladothrix* avaient été, eux aussi, rangés dans ce genre par KÜTZING (1), sous le terme de *Leptothrix parasitica*, et même,

(1) Comme nous le verrons plus loin, les *L. parasitica* de KÜTZING ne sont pas tous, sans exception, des filaments monoclads de *Cladothrix*. — Un grand nombre d'entre eux, réellement parasites sur les filaments de *Cladothrix*, sont bien plus grêles, ne se ramifient pas, et doivent être considérés comme constituant une espèce particulière, que nous décrirons sous le nom de *Bacterium parasiticum*.

quand ils devenaient ocreux, sous le terme de *L. ochracea* (1). C'est à Zopf que revient le mérite d'avoir signalé d'abord l'erreur de KÜTZING, et puis d'avoir démontré que ces filaments, en apparence indivis, renferment, à leur intérieur, des bâtonnets de différents diamètres. — MILLER (418, 419), après ROBIN (534), a montré que *L. buccalis* et *L. gigantea* sont des Bactériacées filamenteuses se segmentant en différents éléments bactériens, dont *Leptothrix* n'est qu'une forme. — Il nous paraît donc de toute évidence que le terme *Leptothrix* ne doit subsister dans la terminologie bactérienne, que pour désigner une forme particulière d'élément, et non plus comme un terme générique.

Par la même raison, nous ne pouvions donner le nom de *Leptothrix* aux filaments simples initiaux des touffes ramifiées de *Cladothrix*, puisque ce sont ces filaments mêmes qui renferment des éléments en *Leptothrix*. En donnant à ce stade le nom de *Leptothrix*, Zopf a eu simplement en vue de désigner un filament long et grêle, que son apparence indivise (sans l'emploi de réactifs) fait ressembler à un *Leptothrix*, suivant l'ancienne acception.

On remarquera que nous nous sommes efforcé, à dessin, de décrire minutieusement les différentes formes rectilignes des différents éléments contenus dans les filaments monoclads. Nous nous sommes surtout appliqué à démontrer les nuances insensibles qui les séparent les uns des autres; et on aura vu que ces rapports de longueur dans les diamètres (transversal et longitudinal), qui seuls distinguent les éléments entre eux, sont des conventions purement artificielles, nous aidant à caractériser leurs différentes formes. Nous avons voulu montrer surtout, que, dans le cas particulier de *Cladothrix*, entre un *Leptothrix* de la base et un *Bacterium* elliptique du sommet, on peut trouver toutes les transitions, et cela, par le seul fait d'une segmentation plus ou moins active.

**Stade bicladé.** — Le *stade bicladé* est caractérisé par la première ramification de *Cladothrix*. Cette première ramification provient du filament monoclads primitif, ou rameau principal, qui se

(1) WINOGRADSKY (644), par contre, a récemment rétabli *L. ochracea*. Pour lui, l'espèce désignée par KÜTZING, sous le nom de *L. ochracea*, serait bien nettement distincte de l'état jeune de *Clad. dichotoma*.

divise en deux rameaux primaires, dont l'un continue le rameau primitif, et l'autre s'en sépare sous un angle plus ou moins variable.

Dans la fig. 1 (Pl. 1). les filaments VIII, IX et X, sont des *filaments bicoladés*. Les rameaux principaux se bifurquent chacun en deux rameaux primaires, dont l'un  $A^1 B^1$  continue le rameau principal, et l'autre  $a^1 b^1$  s'en sépare à angle aigu.

La constitution du rameau principal ne diffère en rien de celle que nous avons décrite pour le filament monoclade. Nous allons étudier le mode de ramification de ce rameau principal.

Le filament monoclade, après avoir atteint une certaine longueur (longueur assez variable : de 30 à 50  $\mu$ , en moyenne), et après avoir décrit une ou deux ou trois courbes plus ou moins accusées, se courbe davantage, quelquefois même jusqu'à prendre une apparence de crosse. C'est au point maximum de courbure que se fera la séparation du filament. — Soit une portion du filament monoclade primitif  $A b$  (Voir fig. 5, Pl. 1), correspondant au maximum de la dernière courbure. On y voit tout ce qui a été décrit précédemment : gaine externe ( $Ge$ ), gaine interne ( $Gi$ ), ainsi que les éléments en *Bacterium*  $\gamma$ , espacés les uns des autres. — Au sommet de la courbe et du côté *convexe*, au point B, se forme une sorte de boursofflure de la gaine externe, d'abord peu accusée, puis plus nettement dessinée. Bientôt le *Bacterium*  $\gamma$ , qui jusqu'ici se trouvait dans le prolongement direct du tube, s'infléchit vers le point B, en même temps que la gaine interne, au point  $a$ , se gélifie et se dissocie. Dès lors le filament primitif se divise en deux tronçons, qui vont s'accroître séparément, et deviennent l'origine de deux rameaux primaires  $A B$  et  $a b$  (1). Dans la figure 6 (Pl. 1), on voit un stade bicladé un peu plus avancé : le premier rameau primaire gauche  $A^1 B^1$  s'est développé d'une façon notable, et continue visiblement le rameau primitif, tandis que le second rameau primaire  $a^1 b^1$  diverge du premier à angle aigu, et commence à glisser le long du premier, tout en restant compris dans la même gaine externe. Tou-

(1) Cette observation sur le mode de formation des rameaux primaires, aux dépens du rameau primitif, qui date de nos premières études sur *Clad. dichotoma* (c'est-à-dire de 1885), se trouve confirmée par les observations récentes de M. MACÉ (392). Toutefois, M. MACÉ ne parle pas de la gaine externe gélatiniforme, qui joue un rôle capital dans cette ramification.



tefois, au point  $a^1$ , se dessine une autre boursofflure de cette gaine externe, opposée à la première, ou de direction inverse, et que l'extrémité du rameau  $a^1 b^1$ , en descendant et en s'incurvant, va pousser devant elle. A une période plus avancée encore, les deux rameaux divergeront de plus en plus; et le rameau  $a^1 b^1$ , tout en s'accroissant par le sommet, s'accroîtra également par l'extrémité  $a^1$ . Ces rameaux se juxtaposeront par leur convexité: et, s'écartant l'un de l'autre, au-dessus comme au-dessous du point de division, ils simuleront un croisement en X (disposition nettement indiquée en Pl. XII, fig. 1 — et en  $\alpha$ , Pl. I, fig. 3). — Il y a donc là un mode de ramification réelle, et non de « fausse ramification », comme on l'a dit jusqu'à présent. Ce serait plutôt un mode de fausse *dichotomisation*.

Le procédé que nous venons de décrire, est constant chez *Cladothrix*, et se répétera de la même façon pour former les rameaux secondaires, tertiaires, quaternaires, etc. du stade polycladé. — On voit ici l'importance de la gaine externe, qui suffit à maintenir les rameaux accolés les uns aux autres. — Quant aux éléments qui composent les filaments eux-mêmes, ils seront de même nature que ceux qui ont déjà été décrits dans le stade monocladé. On trouvera donc: à la base, les éléments les plus longs et les moins larges en *Leptothrix* et *Bacillus*, puis progressivement, vers le sommet, les éléments les plus gros et les plus courts en *Bacterium* de tous diamètres, jusqu'au *Bacterium elliptique* terminal.

**Stade polycladé.** — Au stade bicladé, c'est-à-dire à une seule ramification, succède rapidement le stade polycladé. Dans ce stade, *Cladothrix* présente l'aspect sous lequel on le connaissait jusqu'aux travaux de ZOPF, et tel que l'avait décrit COHN. Chacun des rameaux primaires, par un procédé identique à celui que nous venons de décrire, produit des rameaux secondaires, tertiaires, quaternaires, etc.....

Nous avons cherché à savoir s'il n'y avait pas une loi pour le groupement et l'ordonnance de ces rameaux de dates différentes, et nous avons trouvé que, dans l'immense majorité des cas, il existe une véritable loi de ramification. En effet, prenons une touffe encore jeune de *Cladothrix*, bien étalée, bien conservée, et dont toutes les

branches sont encore fixées. Si, par l'axe du rameau principal, ou primitif (fig. 1, Pl. I), on fait passer une droite fictive centrale  $X Y$ , et si l'on trace deux autres droites  $X Y'$ , et  $X Y''$ , divergeant des deux côtés de cette sorte d'axe, au point X de séparation des deux rameaux primaires, on observera les faits suivants :

1<sup>o</sup> Les deux rameaux primaires donnent des rameaux secondaires  $a^2 b^2 - a^2, b^2, - a^2 b^2 - A^2 B^2 - A^2, B^2$ . Ces rameaux secondaires prennent naissance aux points de plus grande courbure des rameaux primaires, et toujours du côté interne de ces rameaux, c'est-à-dire du côté qui regarde l'axe  $X Y$ . Il n'en naîtra pas extérieurement à ces rameaux. Autrement dit : les courbures qui sont tangentes aux deux droites  $X Y'$ , et  $X Y''$ , ne se ramifieront pas.

2<sup>o</sup> Les rameaux secondaires donnent, à leur tour, les rameaux tertiaires  $a^3 b^3 - A^3 B^3$ , par les convexités internes de leurs courbures ; puis, ces rameaux tertiaires donnent les rameaux quaternaires  $a^4 b^4 - A^4 B^4$ , également par leurs convexités internes ; et ainsi de suite, pour des touffes plus considérables (1).

Ajoutons à cela, que tous ces rameaux de dates différentes atteignant à peu près la même hauteur, il en résulte des touffes d'une certaine élégance et d'une symétrie vraiment remarquable. Les deux rameaux primaires délimitent les côtés d'une sorte de cône creux, à sommet inférieur, au centre duquel s'élèvent les différents rameaux dérivés des premiers. Cette loi, nous le répétons, nous l'avons vérifiée sur un très grand nombre de touffes de *Cladothrix*. Toutefois il est important d'observer une touffe jeune et complète, et d'être sûr d'avoir les deux rameaux primaires. Lorsque les filaments vieillissent, et que leurs gaines se chargent de pigment ocreux ; lorsque surtout les éléments subissent une sorte de dégénérescence granuleuse que nous étudierons plus loin, il arrive assez souvent que l'ordre de succession et de direction des rameaux est troublé, et que la loi ci-dessus formulée subit quelques exceptions. — Cette loi de la ramification suivant les convexités internes des filaments générateurs, détermine parfois des dessins de touffes assez curieux : tel est

(1) M. MACÉ (392), dans ses cultures de *Clad. dichotoma*, n'a pas constaté la loi de la bifurcation des rameaux, telle que nous l'énonçons ici. Il a observé, au contraire, que ces rameaux se disposaient, à droite et à gauche du filament générateur, en alternance irrégulière. Ces résultats ne sauraient infirmer les nôtres, et prouvent seulement que, dans certains milieux artificiels, le port de *Clad. dichotoma* est tout autre que celui qu'il possède dans des milieux où il vit à l'état spontané.

celui que Zopf a représenté, Pl. 1 — fig. 3 (660), où l'on voit une touffe dont les rameaux successifs affectent une disposition qui donne à l'ensemble une apparence pennée.

Nous avons dit, plus haut, que, en règle générale, les deux rameaux nouveaux produits par la bifurcation d'un rameau primitif, divergent rapidement, en prenant la forme d'un X. La portion inférieure du rameau qui s'est séparé, peut aussi descendre assez loin le long du filament générateur : alors elle y reste accolée par sa face interne, dans la même gaine externe, qui augmente considérablement de volume. Tel est le cas que nous avons dessiné, fig. 4 (Pl. 1), où l'on voit, d'une part, le rameau secondaire  $a^2 b^2$ , séparé du rameau primaire  $a^1 b^1$ , commencer à glisser, par sa partie inférieure, le long de ce dernier, et, d'autre part, le rameau tertiaire  $a^3 b^3$  glisser le long du rameau secondaire  $a^2 b^2$ , et même creuser la convexité génératrice de celui-ci, au point d'y former une véritable concavité. Il en résulte, du côté opposé, une sorte de convexité, au lieu de la concavité primitive, et une apparente contradiction à la loi générale, qui veut que les ramifications prennent naissance au maximum de convexité interne d'une courbe.

Enfin, les différents rameaux, en descendant ainsi le long des rameaux générateurs, peuvent s'enrouler autour d'eux un grand nombre de fois, et déterminer des anomalies apparentes, semblant contredire la loi précédemment énoncée.

Ce mode de ramification et surtout cette fixation des filaments dans une même gaine, sont tout à fait analogues à ce qui se passe chez certaines *Cyanophycées* filamenteuses (du groupe des *Scytonémées*), et constituent une forte preuve à l'appui du rapprochement qu'on peut faire entre *Cladothrix* et cette famille d'Algues, dont il ne s'éloigne que par l'absence de chlorophylle et d'hétérocystes.

La disposition et la forme des éléments, à l'intérieur de ces rameaux, diffèrent peu de celles que nous avons décrites pour les deux stades précédents, *mono* et *bicladé*. Mais ce qu'il faut noter, c'est que l'accroissement, dans ces rameaux, ne s'opère plus de la base au sommet, comme dans les filaments monoclads. Ici, les deux extrémités étant libres, l'accroissement se fera comme chez les Bactériacées à filaments libres. Chez ces dernières, en effet, la segmentation est, en général, plus active aux deux extrémités, et plus lente dans la partie moyenne du filament. Il en résulte, chez *Cladothrix*, que

les éléments du milieu des rameaux ont un diamètre longitudinal plus considérable qu'aux extrémités, où l'on trouve, comme terme ultime de la segmentation, les éléments en *Bacterium* elliptique déjà décrits ( Voir  $\gamma^4$ ,  $\gamma^4_a$ , fig. 3, fig. 4, fig. 9 — Pl. I ). Toutefois, c'est toujours à l'extrémité supérieure que l'on trouve cette division plus active. Enfin, le diamètre des filaments s'accroissant de plus en plus, les éléments du sommet de ces rameaux secondaires, tertiaires, etc., sont plus volumineux que les éléments correspondants décrits dans le stade monocladé. On peut ainsi trouver des *Bacterium* dont le diamètre transversal est de  $1,5 \mu$  à  $2 \mu$ . — Quant au diamètre de la gaine externe, il peut acquérir de 4 à  $4,5 \mu$ , dans sa plus grande largeur. Près des extrémités, cette gaine externe se rapproche toujours insensiblement de la gaine interne, et finit par se confondre avec elle, en s'effilant plus ou moins en pointe (fig. 9, Pl. I).

Autre remarque : les éléments du milieu des filaments sont, en général, juxtaposés en série moniliforme, sans espaces intermédiaires. Au contraire, à mesure qu'on s'approche d'une extrémité quelconque, on voit les éléments s'éloigner les uns des autres, et laisser entre eux des espaces de plus en plus grands. Ce phénomène est uniquement dû à la mise en liberté des éléments constitutifs du filament. Il peut même se faire que la partie du tube qui touche l'extrémité, soit vide d'éléments, sur une certaine étendue. On distingue alors parfaitement la paroi interne, dont l'épaisseur est généralement assez grande, pour qu'on puisse la dessiner sous forme d'une ligne à double trait. De plus, on peut constater que l'intérieur de ce tube se colore légèrement par les réactifs : ceci nous porte à croire que le tube est rempli d'une substance qui, en raison de la facilité avec laquelle les éléments glissent, et même sortent du tube, doit être ou liquide ou demi-fluide.

Les éléments rectilignes ne sont pas les seuls que l'on trouve à l'intérieur des rameaux d'une touffe de *Cladothrix*. — Ainsi que Zopf l'a montré le premier, on y trouve aussi divers éléments courbes et spirales. — Et d'abord, on observe fréquemment des rameaux tout entiers dont les courbes se sont tellement multipliées et rapprochées, qu'elles ont fini par déterminer des spirales. Le filament spiralé n'a pas d'autre mode de formation : exagération du nombre des courbures et rapprochement des dernières entre



elles. On peut voir, sur la fig. 1 de la Pl. 1, l'axe primaire A<sup>1</sup> B<sup>1</sup> entièrement formé d'un de ces filaments spirales.

Mais, en dehors de ces filaments à direction générale spiralee, et que l'on peut considérer comme de longues *Spirochæte*, est-il possible de trouver, à l'intérieur même des filaments, certains éléments courbes et spirales, en un mot des *Vibrio* et des *Spirillum*?

Les filaments, ondulés ou spirales ne contenant que des éléments rectilignes ne sont pas rares; mais ceux qui renferment des éléments courbes et spirales, le sont davantage. Il est surtout assez difficile de trouver des échantillons montrant, sur un même filament, des éléments rectilignes et des éléments courbes. Cela tient à ce que les éléments spirales libres n'apparaissent, dans le liquide, qu'un certain temps après être sortis des filaments eux-mêmes, désagrégés sous l'action éminemment énergique et génératrice de la putréfaction.

Mais si, dans les vases à expérience, on a soin de retarder cette putréfaction, tout en ayant recours à une légère chaleur de 15 à 18°C, et si l'on observe, heure par heure, des filaments de *Cladothrix*, on arrive, avec un peu d'habitude, à saisir le moment où les éléments spirales sont encore contenus dans leur tube, mêlés aux éléments rectilignes. C'est ainsi que nous avons pu dessiner le filament ondulé b<sup>1</sup> de la fig. 1 (Pl. II), où l'on voit, aussi nettement que possible, au point où il diverge, en x, du filament générateur A B, d'abord des éléments rectilignes γ (*Bacterium* de différents diamètres), avec des éléments courbes et spirales (*Vibrio* et *Spirillum*). C'est ainsi que l'on peut avoir une série de *Vibrio* δ<sup>1</sup>, δ<sup>2</sup>, δ<sup>2</sup><sub>a</sub>, δ<sup>2</sup><sub>b</sub>, δ<sup>2</sup><sub>c</sub>, δ<sup>2</sup><sub>d</sub>, δ<sup>2</sup><sub>e</sub>, à courbure plus ou moins accentuée, et à concavité alternativement interne ou externe, avec des éléments spirales à tour de spire (*Spirillum*), ε<sup>1</sup>, ε<sup>1a</sup>, ε<sup>1b</sup>, ε<sup>1c</sup>, ε<sup>1d</sup>, mêlés à ces mêmes *Vibrio*, et formés, en réalité (comme nous le démontrerons plus loin, sur les formes libres), de deux *Vibrio* juxtaposés, et à concavité dirigée alternativement à droite et à gauche.

On peut également observer, sur ce filament démonstrateur: d'une part, la transition entre le *Bacterium* et le *Vibrio* par l'élément δ<sup>1</sup>, qui commence à s'infléchir; d'autre part, la transition entre le *Vibrio* et le *Spirillum*, par l'élément δ<sup>2</sup><sub>b</sub>, qui montre bien le passage entre l'élément nettement courbe δ<sup>2</sup><sub>a</sub> et l'élément nettement spirale ε<sup>1b</sup>. Sur d'autres rameaux, et par le même procédé d'observation, nous avons pu constater l'existence d'éléments spirales for-

més de longues spires, analogues aux éléments libres des fig. 12, 14 et 15 (Pl. II), segmentées ou non, et à tours de spires plus ou moins rapprochés, plus ou moins nombreux. Ces différentes segmentations représentent des éléments en forme de *Spirillum* et de *Vibrio*, comme dans les fig. 11, 13 et 15 (Pl. II), mêlés d'ailleurs à des éléments rectilignes ou légèrement courbes, comme dans les fig. 2, 3, 4, 5 et 6 (Pl. II). En résumé, on peut observer, sur un même rameau, tous les éléments spirales de forme connue, mêlés à des éléments rectilignes, et dérivant de ceux-ci par simple torsion et rapprochement des courbures des filaments constitutifs.

Nous avons terminé la description de l'état filamenteux de *Cladothrix dichotoma*.

Nous allons voir maintenant, quel sera le sort des éléments contenus à l'intérieur des filaments. Ces éléments, d'après des circonstances et des conditions encore mal définies, peuvent :

1° Rester en place, et produire, à l'intérieur même des filaments, des spores endogènes ;

2° Ou s'échapper de la gaine interne, et vivre à l'état de liberté et de mobilité, autrement dit, à l'état dissocié ;

3° Ou bien, après avoir vécu quelque temps dans cet état de dissociation, se réunir en *Zooglées* ou produire des spores endogènes ;

4° Ou enfin se dissocier en tronçons plus ou moins longs et actifs, qui s'enchevêtrent les uns dans les autres, et constituent cet état particulier que nous appelons *état enchevêtré* — les filaments devant finir, tôt ou tard, par se dissocier, à leur tour, en leurs différents éléments, qui s'agrègeront en zooglées ou vivront à l'état libre, et produiront des spores.

### ÉTAT DISSOCIÉ.

Cet état, avons-nous dit, correspond à la période de mise en liberté des éléments contenus à l'intérieur des filaments. — Chaque forme que nous avons décrite, pouvant se détacher du filament générateur, on doit trouver, à l'état de liberté : des *Leptothrix*,

des *Bacillus*, des *Bacterium*, des *Vibrio* et des *Spirillum*. — Mais il faut d'abord démontrer que les éléments des filaments peuvent sortir de ces filaments, et comment ils en sortent. — Zopf a déjà observé minutieusement cette marche des éléments, et a prouvé qu'ils peuvent être rectilignes et spirales; mais ses observations ayant paru peu exactes, il est bon d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de ses assertions.

Lorsqu'on cultive des *Cladothrix*, à l'air libre, comme nous l'avons indiqué, on trouve, au bout de quelques jours, à la surface du liquide, et dans le liquide même, en dehors des filaments de *Cladothrix*, des éléments isolés, mobiles ou immobiles, de formes variées. — Nos cultures n'ayant pas la prétention d'être pures, au sens bactériologique du mot, nous ne dirons pas que tous ces éléments proviennent des filaments de *Cladothrix*, bien que, en les comparant avec ceux que renferment ces filaments, on constate que la plupart ont un aspect morphologique identique. Pour l'observateur qui journellement les étudie, ces éléments à bords parallèles, avec des extrémités arrondies (je ne parle que des éléments rectilignes), dont le diamètre transversal est assez considérable, ont un facies particulier qui permet de les distinguer, à première vue, des Bactéries ordinaires de la putréfaction, et de les considérer immédiatement comme les formes de dissociation de *Cladothrix*. — Mais cette affirmation ne suffit pas. — Il faut prouver, d'une façon péremptoire, que tel ou tel élément isolé provient d'un filament de *Cladothrix*.

Nous avons d'abord essayé des cultures, d'après le procédé de R. KOCH, en étendant, sur des plaques de verre recouvertes d'une mince couche de gélatine nutritive stérilisée, soit des filaments, soit des éléments isolés. — Les colonies que nous avons obtenues, étaient invariablement, et dans les deux cas, formées de bâtonnets plus ou moins courts, paraissant identiques, à la vérité, à ceux que l'on constate dans les filaments, mais sans que nous puissions affirmer, d'une manière certaine, que c'étaient des éléments isolés de *Cladothrix*. Ces éléments, transplantés sur d'autres plaques, et aussi dans des tubes, puis soumis à différentes températures, nous ont donné toujours les mêmes éléments en bâtonnets, ou isolés, ou accouplés deux à deux, quatre à quatre; mais jamais ils ne nous ont donné,

soit des filaments ramifiés, soit des zooglées véritables. — Avec la gélose nutritive, même résultat (1).

Une autre méthode, plus exacte celle-là, parce qu'elle permet de suivre pas à pas les moindres changements qui s'opèrent dans la constitution morphologique des organismes que l'on observe, nous a mieux réussi.

Cette méthode, tout ancienne qu'elle est, a néanmoins été consacrée par des travaux remarquables, dus aux auteurs les plus compétents : BREFELD, DE BARY, VAN TIEGHEM, LEMONNIER, MIQUEL, ZOPF, PRAZMOWSKI, HANSEN, etc. Bien qu'elle ait été employée avec des modifications variées par ces différents savants, voici en quoi elle consiste essentiellement. Une goutte du liquide contenant les éléments que l'on veut étudier, est déposée à la face inférieure d'une lamelle couvre-objet; celle-ci est placée au-dessus d'une cellule creusée dans l'épaisseur même d'une lamelle porte-objet, ou formée par une rondelle de verre qu'on y a soudée. — Pour empêcher l'évaporation de cette goutte de liquide, on verse de l'eau dans la cellule, et on lute le couvre-objet aux parois de la cellule avec de l'huile ou de la glycérine, de manière à constituer une véritable chambre humide, en *cellule close* (2).—Tel est le procédé adopté par nous pour étudier la marche que suivent les éléments de *Cladotrichæ*, à leur sortie des filaments. Dans ces conditions, surtout si l'on place la préparation dans une platine chauffante, celle de RANVIER ou de VIGNAL, par exemple, de façon à obtenir une température un peu élevée, et à peu près constante, on ne tarde pas à voir des éléments sortir de l'intérieur des filaments. C'est ainsi que, dans un premier cas, nous avons observé un *Bacterium* terminal de filament monoclade, qui, après avoir oscillé, de droite à gauche, autour de son axe,

(1) M. MACÉ (392) est parvenu à obtenir les cultures de *Clad. dichotoma* sur gélatine, sur gélose et dans le bouillon nutritif. Sur plaques de gélatine, les colonies n'apparaissent que vers le quatrième ou le cinquième jour, comme de petits points jaunâtres, entourés d'une auréole brune. En piqûre, dans les tubes, la gélatine se liquéfie lentement, et les filaments se développent en grosses masses floconneuses; il en est de même dans le bouillon. Sur gélose à 35°, on obtient une pellicule épaisse, luisante, adhérente au substratum. Les colonies présentent des cercles concentriques avec des plis convergeant vers le centre, qui leur donne un aspect radié caractéristique.

(2) Au lieu de liquide, on peut remplir la cellule d'un substratum solide (gélatine ou gélose nutritive), très favorable pour le développement des Bactériacées.



d'abord lentement, puis de plus en plus vite, a fini par se séparer du filament, pour vivre isolément et à l'état mobile. Dans un autre cas identique, en fixant et en colorant la préparation avant la sortie du *Bacterium*, nous avons pu constater que l'extrémité libre de ce dernier était munie d'un prolongement flagelliforme.

Ces observations, prises sur un filament monocladé, peuvent se répéter pour tout autre rameau d'un stade plus avancé, qu'il soit rectiligne ou spiralé : et pour peu qu'on ait la patience d'attendre que le phénomène se produise, on assiste à cette séparation de un ou

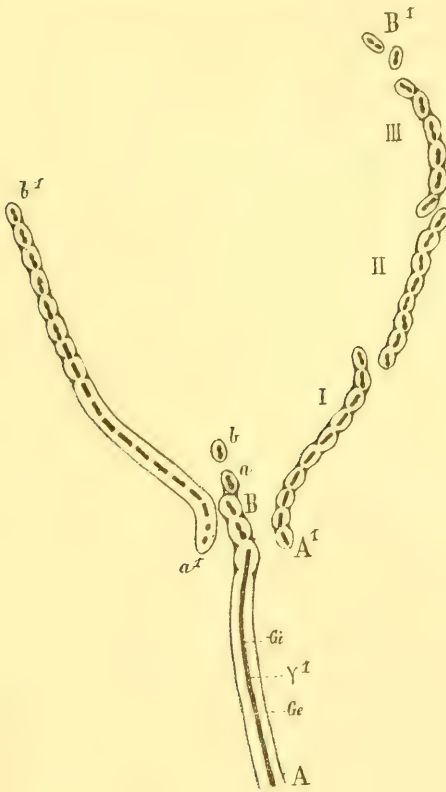


Fig. 1 (Gross, 320 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 1. — VÉRICK).

*Cladothrix dichotoma*. — Passage de l'état filamenteux à l'état dissocié. — Procédé de coloration : 1° solution iodo-iodurée ; 2° violet de méthyle 5 B.

plusieurs éléments. D'ailleurs, une température de  $+ 15$  à  $20^{\circ}$  C. active singulièrement la segmentation et la mobilité des éléments, et, par suite, leur séparation des filaments. Alors, dans les liquides de culture, on trouve un grand nombre de filaments et de touffes dont les rameaux présentent des intervalles quelquefois assez considérables, où la gaine interne se montre dépourvue d'éléments. Très souvent même, on peut observer des filaments réduits à la gaine seule, complètement vide d'éléments. N'est-ce pas la meilleure preuve que des éléments se sont échappés?

À côté de ce premier mode de dissociation, il en existe un autre, plus lent peut-être, mais qui s'observe plus fréquemment, avec plus de facilité, et avec tout autant d'exactitude. Nous l'avons représenté ci-dessus (fig. 1), pour les éléments rectilignes, et fig. 1 (Pl. II), pour les éléments courbes et spirales. — Ici encore, c'est la gaine externe qui joue le rôle le plus important.

Si l'on jette les yeux sur la fig. 1, on voit immédiatement qu'on a devant soi un système bicladé, dont le rameau générateur primitif ( $A B$ ) a émis deux rameaux primaires ( $A^1 B^1$  et  $a^1 b^1$ ). Mais ces deux rameaux n'ont pas exactement l'aspect ordinaire. Le rameau de gauche  $a^1 b^1$  représente encore à peu près fidèlement ce que nous avons vu dans l'état végétatif. Son extrémité inférieure  $a^1$  est recourbée à la façon d'une des branches d'un X, et glisse sur l'extrémité ( $B$ ) du rameau primitif, à laquelle elle est encore adhérente. Mais le rameau de droite  $A^1 B^1$ , qui, à l'état filamenteux, devait continuer le rameau primitif  $A B$ , en est complètement séparé maintenant et divisé en trois tronçons (I, II, III).

Étudions de plus près le mode de dissociation des éléments de ce système bicladé. Le rameau générateur primitif, dont la portion terminale  $A B$  est figurée ici, montre bien encore sa gaine externe ( $Ge$ ), et sa gaine interne ( $Gi$ ), à l'intérieur de laquelle se trouvent des éléments en *Bacterium long* ( $\gamma^1$ ). À la partie supérieure ( $B$ ), au contraire, la gaine externe cesse de se prolonger en une ligne droite ininterrompue : d'une part, elle arrondit ses contours, au niveau de chaque élément ; d'autre part, elle semble pénétrer dans les intervalles qui séparent ces éléments. En même temps, la gaine interne, probablement par un phénomène de gélification, se confond avec la gaine externe, et ne peut plus en être distinguée. Enfin, en se festonnant davantage, la gaine externe entoure peu à peu chaque élé-

ment, qui se trouve bientôt tout à fait isolé de l'élément qui le précède. C'est ainsi que les deux éléments en *Diptobacterium a* et *b* sont séparés l'un de l'autre, et du rameau générateur *A B*. En dernière analyse, la gaine externe, en se gélifiant elle aussi, et complètement, autour de chacun des éléments, finit par leur donner

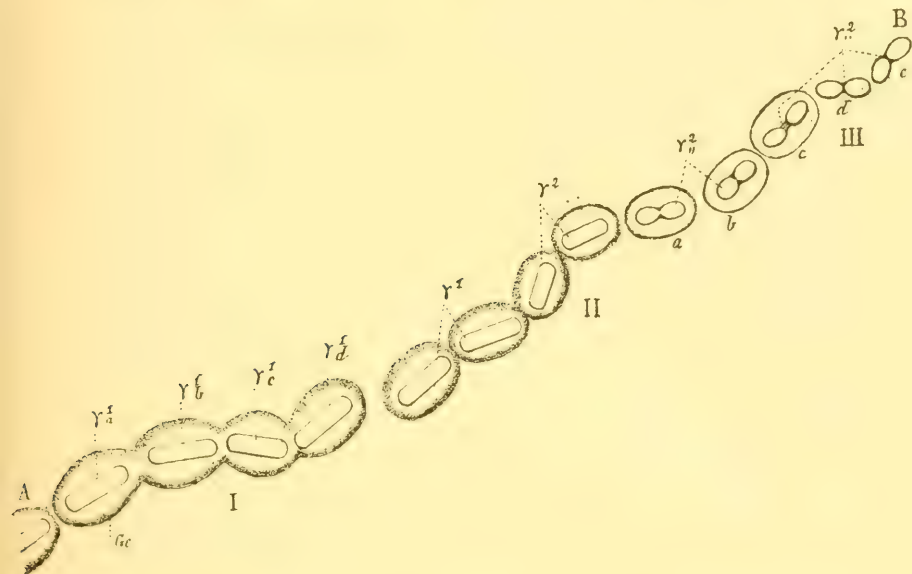


Fig. 2 (Gross. 1600 D.—Obj. n° 12 imm. homog.—Ocul. n° 3 ; tube tiré.—VÉRIK).

*Cladothrix dichotoma*. — Dissociation des éléments de l'extrémité d'un filament. —  
Procédé de coloration : 1° solution iodo-iodurée ; 2° violet de méthyle 5 B.

issue; et dès lors, ces éléments, dégagés de toute entrave, vivent dans le liquide à l'état de liberté. C'est ce que montre, d'une façon très nette, le rameau *A B* de la fig. 2, ci-dessus. On y voit, à un fort grossissement, l'extrémité (*A*) d'un filament, passant à l'état dissocié.

Cette extrémité du rameau est formé de trois tronçons (*I*, *II*, *III*). Le premier (*I*) comprend quatre éléments en *Bacterium long* ( $\gamma^1a$ ,  $\gamma^1b$ ,  $\gamma^1c$ ,  $\gamma^1d$ ), qui se suivent, non en chaîne rectiligne, mais disposés en zigzag. La gaine interne qui les contenait tous, s'est gélifiée, et se trouve confondue avec la gaine externe (*Ge*), qui commence à

s'arrondir autour de chaque élément, et à pénétrer dans les intervalles qui les séparent les uns des autres. — Le deuxième tronçon (II) est également formé de quatre éléments : les deux premiers en *Bacterium long* ( $\gamma^1$ ) ; les deux derniers en *Bacterium de moyenne longueur* ( $\gamma^2$ ). Cette fois, chaque élément est presque entièrement séparé de ses voisins par la gaine externe, qui forme, autour d'eux, autant de capsules distinctes. De plus, la chaîne de ces quatre éléments est bien plus en zigzag : c'est l'indice que ces éléments commencent à se disjoindre et à se dissocier. Enfin, la gaine externe ne se décèle plus que faiblement, par la réaction que nous avons indiquée p. 33 : c'est qu'elle commence, elle aussi, à se gélifier, et elle ne tardera pas à disparaître. — Le troisième tronçon (III) se compose de cinq éléments (*a, b, c, d, e*). Le premier (*a*) de ces éléments est un *Bacterium de moyenne longueur*  $\gamma^2$ , en forme de biscuit, c'est-à-dire en train de se segmenter (*Clitridium* des auteurs). Entouré d'une capsule gélatineuse, il est complètement isolé de  $\gamma^2$  du tronçon II et du deuxième élément *b* du tronçon III. Ce deuxième élément *b* a la même forme que le précédent ; il est également en train de se segmenter, et entouré aussi d'une capsule gélatineuse, mais devenue à peine visible. Enfin, les trois derniers éléments (*c, d, e*) sont trois éléments en *Diplobacterium*, représentant des *Bacterium* complètement segmentés, mais dont les deux parties sont restées adhérentes ( $\gamma^2$ ). Autour de l'élé-

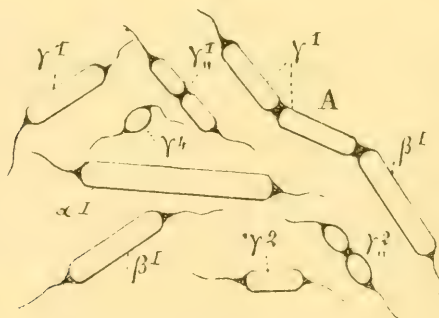


Fig. 3 (Gross, 1600 D.—Obj. n° 12 imm. homog.—Ocul. n° 3; tube tiré.—VÉRICK).

*Cladotrix dichotoma*. — Formes variées d'éléments rectilignes dissociés et mobiles. —  
Procédé de coloration : 1° violet de méthyle 5 B ; 2° solution iodo-iodurée.



ment *c*, on peut encore distinguer une faible enveloppe capsulaire ; mais autour de *d* et de *e*, il n'y en a plus trace. Si ces deux derniers éléments ne sont pas encore entièrement isolés l'un de l'autre, entièrement libres, on devine qu'ils le seront bientôt, et qu'ils se trouvent à la limite qui sépare l'état végétatif de l'état de dissociation. Le gainé externe peut ainsi se gélifier sur toute la longueur d'un rameau quelconque, même du rameau primitif. Il s'en suit que, dans un liquide, on pourra trouver, à l'état de liberté, toutes les formes d'éléments que nous avons signalées, à l'intérieur des filaments : éléments en *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), en *Bacillus* ( $\beta^1$ ), en *Bacterium* de toute longueur (*B. long*  $\gamma^1$ , *B. de moyenne longueur*  $\gamma^2$ , *B. court*  $\gamma^3$ , *B. elliptique*  $\gamma^4$ ), avec toutes leurs segmentations ( $\alpha^1$ ,  $\beta^1$ ,  $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ . — Voir, fig. 3).

Ainsi donc, à côté du premier mode de dissociation, par la sortie des éléments hors de la gainé interne, il en existe un second : c'est celui que nous venons de décrire, et que l'on peut appeler le *procédé de dissociation par gélification* des gainés.

Ce procédé nous a paru surtout fréquent, alors que les éléments abandonnent l'état végétatif pour se grouper en zooglées. Nous y reviendrons plus loin, quand nous décrirons l'état *zoogléique*.

Reprenons le système bicladé de la fig. 1 (p. 51). Le rameau  $A^1 B^1$  s'est complètement détaché du rameau générateur, au point B, et s'est lui-même séparé en trois tronçons (*I*, *II*, *III*), tout à fait comparables, identiques même, aux tronçons du rameau *A B* (fig. 2), que nous venons d'étudier. Les éléments qui composent le tronçon (*III*), sont complètement encapsulés, et isolés de leurs voisins, prêts enfin à vivre à l'état indépendant. Mais les éléments des tronçons I et II sont encore enfermés dans la même gainé, bien que cette dernière affecte déjà la forme festonnée, au niveau des intervalles qui séparent les éléments les uns des autres. — Le rameau  $a^1 b^1$  offre un aspect différent ; et, au point de vue de la dissociation de ses éléments, il est bien moins avancé que le rameau  $A^1 B^1$ . Tous ses éléments sont encore contenus dans la même gainé externe, qui n'est festonnée que dans sa partie supérieure. — Seulement la gainé interne est déjà gélifiée.

Une dernière remarque sur ce procédé de dissociation : ce sont les éléments les plus élevés, c'est-à-dire ceux des extrémités libres,

qui, les premiers, se dissocient, et se séparent des filaments. Pour s'en convaincre, il suffit de voir les fig. 1 et 2.

Ce que nous venons de décrire pour la dissociation des éléments isolés, peut aussi bien se produire pour des groupes d'éléments, plus ou moins nombreux, réunis en chaînes plus ou moins longues, autrement dit : pour les éléments associés en *Streptobacterium*. La fig. 4 ci-jointe représente un système polycladé sur le point de se dissocier ainsi en plusieurs *Streptobacterium*.

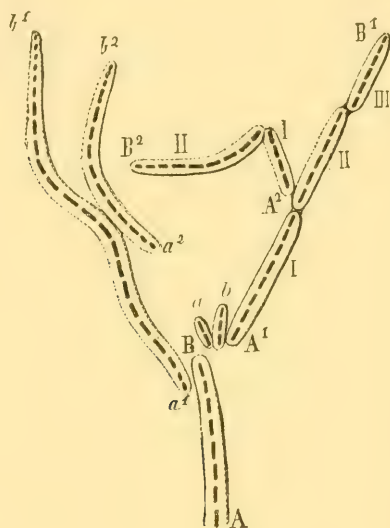


Fig. 4 (Gross. 320 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 1. — VÉRICK).

*Cladothrix dichotoma*. — Dissociation d'une touffe ramifiée en différents *streptobacterium*.

— Procédé de coloration : 1° solution iodo-iodurée : 2° violet de méthyle 5 B.

Le rameau générateur primitif *A B* présente d'abord, à droite, le rameau primaire *A¹ B¹*, divisé en trois tronçons (*I, II, III*), complètement séparés l'un de l'autre, et qui sont chacun des *Streptobacterium*, formés d'une chaîne de nombreux éléments rectilignes juxtaposés. Ce premier rameau primaire, par sa face interne, a donné le rameau secondaire *A² B²*, divisé lui-même en deux *Streptobacterium* (*I, II*), sur le point de se séparer l'un de l'autre. — *A*

gauche, le second rameau primaire ( $a^1 b^1$ ) est nettement distinct du rameau générateur. Il ne s'est pas encore dissocié : mais, par sa face interne, il a donné un rameau secondaire ( $a^2 b^2$ ), qui en est tout à fait séparé, et qui peut être considéré comme un long *Streptobacterium* isolé et libre. — Enfin, les deux petits tronçons  $a$  et  $b$  sont : l'un ( $a$ ) un *Diptobacterium* ; l'autre ( $b$ ) un *Streptobacterium* à trois éléments, dissociés à l'extrémité  $B$ , et qui vont passer à l'état de liberté.

Pour que ces différentes chaînes d'éléments vivent à l'état indépendant, il suffit que la gaine *Ge*, qui les entoure encore, arrive à se gélifier, comme nous l'avons vu dans la fig. 2. Et c'est, en réalité, ce qui a lieu. Si, en effet, on a la patience d'observer, pendant plusieurs heures de suite, à la chambre humide, les extrémités d'un système polycladé tel que celui que nous venons de figurer, on finit par être témoin d'un spectacle assez curieux. Les différents rameaux, primaires, secondaires, tertiaires, etc., présentent d'abord, surtout vers leurs extrémités libres, une certaine irrégularité, dans la succession et la disposition de leurs éléments. Ils commencent par se mettre en zigzag : puis, quelques-uns ne se trouvent déjà plus sur le même alignement que le reste ; enfin d'autres en sont complètement écartés. Cependant l'aspect général du système polycladé est encore conservé. A ce moment, si l'on arrête l'expérience, en fixant et colorant la préparation, on obtient un ensemble analogue à celui que nous avons figuré (fig. 1 et fig. 2). On voit alors que, non seulement les différents rameaux sont tout à fait séparés les uns des autres, mais que chacun d'eux est, en outre, sectionné en un grand nombre de tronçons, ou *Streptobacterium*, dont la longueur diminue, à mesure qu'on approche des extrémités libres. — Si, au contraire, on continue l'expérience, on voit peu à peu ces différents tronçons se séparer des rameaux primitifs, pour prendre des mouvements oscillatoires, d'abord très lents, puis de plus en plus accélérés, comparables à ceux des filaments de *Beggiatoa* ou d'*Oscillariées*, et enfin vivre, dans le liquide, à l'état de liberté. A la place de l'ancienne touffe polycladée, végétative et immobile, il ne reste plus que des tronçons plus ou moins longs, séparés les uns des autres, et doués de mobilité.

Ces tronçons de filaments séparés des rameaux générateurs peuvent être de toutes longueurs. Il y en a qui ne contiennent que deux

éléments accouplés, en *Diplobacterium* : ce sont les plus communs. D'autres contiennent trois, quatre, cinq, dix, vingt, trente éléments, et même davantage : ce sont des *Streptobacterium*. De plus, comme la dissociation de ces tronçons peut se faire à toutes les hauteurs d'un même rameau, on aura des tronçons de filaments dont le diamètre transversal pourra varier depuis 0,5  $\mu$ . jusqu'à 1,5  $\mu$ . et plus, selon que la gélification de la gaine externe se fera au voisinage de la base ou du sommet.

Il n'y a donc rien d'étonnant que, tout d'abord, à l'aspect de ces tronçons de longueur et de largeur parfois très dissemblables, on hésite à les rapporter à des formes errantes et dissociées de la même espèce. L'hésitation est encore plus grande, quand on étudie une préparation tirée de la surface du liquide, où toutes ces formes, éminemment aérophiles, viennent se réunir, et où ont lieu les passages à la Zooglée. Si alors la température est un peu élevée, et la putréfaction un peu active, on peut trouver, comme nous allons le montrer, en dehors des formes rectilignes, toutes les formes spirales décrites plus haut, en même temps que leur évolution vers la zooglée. Un observateur qui n'aurait pas primitivement suivi, à la chambre humide, la dissociation des rameaux, et dont l'œil ne serait pas familiarisé avec l'habitus extérieur des éléments de *Cladothrix*, affirmerait, à coup sûr, avoir affaire à autant d'espèces bactériennes distinctes (1). Ajoutez à cela, que certains éléments, ayant plus d'affinité que d'autres pour les matières colorantes, suivant qu'ils sont plus ou moins anciens, plus ou moins près de donner des spores, on sera tenté de prendre pour autant d'espèces, bon nombre d'éléments qui ne diffèrent entre eux que par leur susceptibilité pour tel ou tel agent colorant. Chez certaines espèces, dites patho-

(1) Par le même procédé de la chambre humide, il nous a été permis d'observer, à deux reprises différentes, des tronçons de filaments, une fois séparés des filaments générateurs, et après avoir oscillé quelque temps dans le liquide, s'arrêter, se fixer à la face inférieure du contre-objet et continuer à se développer en filaments. Il est de toute évidence qu'il y a là un mode de propagation absolument comparable à ce qui s'opère chez les Nostocacées, à l'aide des *hormogonies*. Enfin, nous avons pu observer le même phénomène chez des éléments isolés, en *Leptothrix*, *Bacillus* et *Bacterium*, qui, en continuant de s'allonger, puis de se segmenter, formaient de nouveaux filaments. D'ailleurs, ZOPF a déjà décrit ce fait; WINOGRADSKY (642-643) l'a constaté également, non-seulement chez *Clad. dichotoma*, mais encore chez les *Beggiatoa*, *Thiothrix* et *Leptothrix ochracea*. Il considère les bâtonnets mobiles qui s'allongent ensuite en filaments, comme des *gonidies*.



gènes. on n'a guère trouvé encore que ce caractère pour les distinguer, entre elles, au point de vue microscopique; et l'on voit pourtant que ce caractère est loin d'être naturel (1).

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que du mode de dissociation des éléments de forme générale *rectiligne*. Mais le procédé par gélification de la gaine externe peut également s'observer pour les éléments de formes *courbe* et *spiralée*. En effet, dans une même touffe polycladée, on rencontre fréquemment des rameaux tout entiers, qui ne renferment que des éléments courbes ou spirales, et qui sont sur le point de se dissocier. Bien plus, on peut rencontrer à la fois, sur un même rameau, des éléments rectilignes et des éléments courbes et spirales, en train de subir ce travail de dissociation. Si l'on consulte la fig. 1 (Pl. II), on voit que les éléments du rameau  $a^1 b^1$ , d'abord rectilignes, au niveau où ce rameau avoisine le rameau générateur ( $AB$ ), passent insensiblement aux formes courbe (*Vibrio* :  $\delta^1, \delta^2, \dots$ ) et spiralee (*Spirillum* :  $\varepsilon^1, \varepsilon^2 a, \dots$ ). Le processus de dissociation est absolument identique à celui que nous avons décrit pour les éléments rectilignes. Ainsi, au-dessus de l'élément en *Vibrio*  $\delta^1$ , la gaine interne commence à ne plus se distinguer que très faiblement. Elle se gélifie, et se confond complètement avec la gaine externe. au niveau des deux éléments en *Spirillum*  $\varepsilon^1$ . Quant à la gaine externe. elle continue à serpenter d'une manière uniforme jusqu'au niveau de l'extrémité supérieure du *Spirillum*  $\varepsilon^1 a$ , où elle commence à arrondir ses contours, et à se festonner, en pénétrant dans les intervalles qui séparent les éléments. Bientôt ceux-ci, complètement encapsulés par la gaine externe (au niveau

(1) Par exemple, *Bacillus tuberculosis* R. KOCH a une telle affinité pour les couleurs d'aniline (fuchsine, résuline, violet de méthyle, de gentiane, etc.), que, même après traitement par les agents décolorants (alcool ou acides), cette coloration persiste; tandis qu'elle disparaît, en général, chez les autres éléments bactériens. Or, il est bon de faire remarquer ici que plusieurs autres espèces présentent cette ténacité aux matières colorantes, tels : *Bacillus lepræ* HANSEN et le Bacille trouvé dans le *Smegma preputialis*. par MM. ALVAREZ et TAYEL (8), lequel, à son tour, serait identique au Bacille considéré par LUSTGARTEN (388) comme l'agent de la syphilis. GOTTSTEIN (261) et BIENSTOCK (55) croient que cette résistance à la décoloration de ces différents *Bacillus*, tient à l'existence d'une enveloppe de graisse protectrice qui entoure les éléments bactériens. C'est aussi l'opinion de GRIGORJEW (265) qui, en cultivant dans des milieux gras certaines Bactériacées, autres que les précédentes (tels que : *Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, *Clostridium butyricum*, *Bacterium termo*, *Staphylococcus aureus* et *S. albus*), empêche leur décoloration par les acides.

du *Spirillum*  $\varepsilon^1 c$ ), jouent les uns sur les autres (Voir  $\varepsilon^1 d$ ,  $\delta^2 c$ , etc. .), se désagrègent, et s'isolent tout à fait.

De même que l'on rencontre, à l'état libre, des tronçons de filaments à éléments rectilignes, on peut trouver aussi des tronçons de filaments ne renfermant que des éléments courbes ou spirales, ou bien renfermant à la fois des éléments courbes et spirales, ou enfin — ce qui est plus probant encore en faveur de la théorie des rapports génétiques des éléments rectilignes, courbes et spirales. Les fig. 2, 3, 4, 5 et 6 (Pl. II) montrent quelques-uns de ces tronçons, dont les différents éléments, sur le point de se dissocier, sont néanmoins encore contenus dans la même gaine externe. Les fig. 3, 4 et 6 représentent des tronçons ne contenant que des éléments courbes ou évoluant vers la forme spiralee, tandis que les fig. 2 et 5 renferment, en outre, des éléments rectilignes. Ainsi la fig. 2 comprend une chaîne d'éléments dont les deux inférieurs sont des éléments en *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2 a$ ), donnant suite à deux éléments en *Vibrio*, également de moyenne longueur ( $\delta^2$ ,  $\delta^2 a$ ), puis à un long élément courbe évoluant vers le *Spirillum* ( $\varepsilon^1$ ), et enfin un *Vibrio* un peu plus long ( $\delta^2 b$ ). De même, la fig. 5 représente une chaîne formée de deux *Bacterium* longs ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1 a$ ), d'un *Vibrio* assez long ( $\delta^2$ ) et d'un *Spirillum*  $\varepsilon^1$ . Dans les tronçons des fig. 2, 3 et 6, la gaine externe forme encore une capsule ininterrompue autour de chaque chaîne d'éléments. Dans les tronçons des fig. 4 et 5, au contraire, la gaine externe, déjà festonnée, s'apprête à se gélifier dans les intervalles qui séparent les différents éléments, de façon à les isoler les uns des autres. Ces chaînes d'éléments de formes variées, véritables *Streptobacterium* à éléments mixtes, sont, en outre, instructifs, parce qu'ils nous montrent, non-seulement le passage de l'élément *Bacterium* à l'élément *Vibrio*, par simple courbure de l'une de ses faces, mais encore le passage de l'élément *Vibrio* à l'élément *Spirillum*. En effet, l'élément  $\varepsilon^1$ , par exemple (fig. 3 — Pl. II), qui n'est autre qu'un *Spirillum* en formation, peut être considéré comme constitué par la réunion des deux éléments en *Vibrio*, dont la courbure a lieu sur la même face, en forme d'un long accent circonflexe. D'ailleurs, les deux éléments en *Vibrio* qui suivent ( $\delta^2$ ,  $\delta^2 b$ ), le prouvent bien : très rapprochés l'un de l'autre, ils montrent évidemment qu'ils sont le produit de la division d'un *Spirillum* tel que  $\varepsilon^1$ , ayant passé par la phase de *Diplovibrio* (pour forger un mot comparable au

*Diplobacterium*). Ailleurs, par ex. en  $\epsilon^1$  (fig. 6 — Pl. II), le *Spirillum* en formation présente également deux courbures, mais en sens inverse, en forme de S allongé. On peut également le considérer comme constitué par la réunion de deux *Vibrio*, tels que  $\delta^2$  et  $\delta^2a$  (même figure), dont les courbures sont alternes.

Si maintenant on étudie, à la chambre humide, la désagrégation totale des différents éléments des tronçons tels que ceux que nous venons de décrire, on se rendra compte de la provenance des éléments courbes et spirales, ciliés ou non, que l'on rencontre, en grand nombre, à l'état libre, au milieu des éléments rectilignes. — Nous en avons représenté la série graduelle dans la fig. 7 (Pl. II). On y voit tous les passages entre le *Bacterium de moyenne longueur* ( $\gamma^2$ ) et le *Spirillum* à spirale fortement prononcée ( $\epsilon^1d$ ). L'élément rectiligne ( $\gamma^2$ ) commence par se courber sur une de ses faces, en passant successivement par le *Vibrio de moyenne longueur* ( $\delta^2$ ) et le *Vibrio un peu plus long*, ( $\delta^2a$ ) ; puis, s'allongeant de plus en plus, il se tord peu à peu sur lui-même, en tire-bouchon ( $\epsilon^1$ ), et arrive ainsi progressivement aux formes  $\epsilon^1a$ ,  $\epsilon^1b$ ,  $\epsilon^1c$ , et enfin à la forme  $\epsilon^1d$ , où la torsion est au maximum. Le *spirillum parfait* résulte donc : 1° d'un *Bacterium* primitif se transformant en *Vibrio*, par la courbure de l'une de ses faces ; 2° de ce même *Vibrio* s'allongeant et se tordant en spirale.

Si cette torsion et cet allongement s'accroissent de plus en plus, on arrive à de véritables spirales ou vrilles, dont les tours de spire sont plus ou moins nombreux. C'est ainsi qu'on peut observer des *Spirillum* à deux ( $\epsilon^2$ , fig. 10 — Pl. II), à trois ( $\epsilon^3$ , fig. 14), à quatre ( $\epsilon^4$ , fig. 12), et jusqu'à huit tours de spire ( $\epsilon^8$ , fig. 15). Les *Spirillum* les plus actifs sont ceux dont la torsion en spirale est la plus accentuée. Au contraire, chez les *Spirillum* dont les mouvements se sont ralentis, ou qui sont passés à l'état zoogléique, ou qui vont se segmenter, les spires s'effacent, comme dans les *Spirillum* en formation que nous avons étudiés tout à l'heure. La fig. 8 (Pl. II) représente ainsi deux *Spirillum* à une spire, dont la torsion est complètement effacée. De même, la fig. 10 montre deux *Spirillum*, unis par une mince trainée flagelliforme, dont l'un, mobile, offre deux tours de spire bien accentués, tandis que l'autre, immobile, en forme d'accent circonflexe, à spirale effacée, est réellement constitué par deux *Spirillum* plus courts. C'est ainsi que le *Spiril-*



*lum* peut : ou rester indivis, et avoir l'apparence d'un *Leptothrix* spiralé ; ou bien se segmenter, et alors on constate (surtout chez les éléments immobiles, à spirale effacée) que le *Spirillum*,  $\epsilon^1\epsilon$  (fig. 7) par exemple, n'est autre qu'un *Diplovibrio*, dont les courbures sont en raison inverse l'une de l'autre. En allant plus loin : le *Spirillum* de la fig. 11 (Pl. II) n'est autre qu'un *Spirillum* à quatre tours de spire, dont les spires sont effacées, et qui, aux points maxima de torsion, s'est segmenté en *Spirillum* à une seule courbure ( $\epsilon^1$ ). Il en est de même, pour le *Spirillum* ( $\epsilon^3$ ) de la fig. 13, à trois tours de spire, et enfin pour le long *Spirillum*  $\epsilon^5$  de la fig. 16, à 5 tours de spire. En résumé, de même que l'on a des chaînes rectilignes d'éléments rectilignes, ou *Streptobacterium*, ainsi on peut avoir des chaînes spiralées d'éléments spiralés, ou *Streptospirillum*.

Comme pour les *Streptobacterium*, on peut trouver toutes les longueurs de *Streptospirillum*, depuis les *Spirillum* de 8 à 10  $\mu$  jusqu'aux plus longs, de 7 à 10 fois cette grandeur. Quant au diamètre transversal, il est variable, de même que pour les éléments rectilignes, et il varie de 1 à 1.5  $\mu$ . Enfin, la hauteur des spires varie aussi, non seulement sur deux éléments différents, mais encore sur un seul et même élément. On ne peut donc pas donner ce caractère pour distinguer entre eux les différents *Spirillum* connus. En moyenne, chez *Cladothrix*, cette hauteur de spire est de 5  $\mu$ , et peut aller jusqu'à 12  $\mu$ . Les dimensions que nous venons de donner, ainsi que la forme générale de ces *Spirillum*, sont celles que tous les auteurs assignent au *Spirillum undula* (pour le *Spirillum* de 1 ou 2 tours de spire) et au *Spirillum volutans* (pour le long *Spirillum* à un grand nombre de tours de spire). Si l'on ajoute à cela, que *Sp. undula* et *Sp. volutans* se trouvent précisément en abondance dans les eaux stagnantes, et de préférence dans les eaux où abondent des matières animales et végétales en décomposition, il y a de fortes présomptions pour que ces deux *Spirillum*, que l'on regarde comme deux espèces bactériennes distinctes, appartiennent, en réalité, à la phase *Spirillum* de *Cladothrix dichotoma*. Cette idée, d'ailleurs, Zopf l'a émise le premier, et pour nous, cette identité ne fait aucun doute.

Une autre question intéressante à élucider, c'est celle des cils moteurs, que nous avons trouvés, en règle générale, sur presque tous les éléments libres de *Cladothrix*, et principalement sur les



*Vibrio* et les *Spirillum*. Toutefois un assez grand nombre d'éléments nous ont paru en manquer *totalement*, sans pour cela être privés de mobilité. De plus, nous n'avons jamais observé qu'un seul cil, à chaque extrémité, et non une touffe de cils, comme l'indiquent les figures de ZOFF. On sait que le cil de l'élément mobile est un des organes les plus délicats à observer. Nous l'avons décelé, d'une manière presque constante, au moyen de l'iode, qui le colore très faiblement, il est vrai, mais assez pourtant pour qu'on puisse le distinguer. Il est nécessaire de laisser l'iode baigner le milieu ambiant ; car si on lave la préparation, l'iode se dissout si rapidement, et son pouvoir de coloration est, par suite, si fugace, que le cil cesse d'être distinct. Avec les couleurs d'aniline, nous n'avons jamais réussi à déceler, d'une façon bien nette, le cil des éléments de *Cladotrix*. Un autre procédé dont nous nous sommes servi pour le distinguer, c'est le procédé de dessiccation. Après avoir aspiré le liquide de la préparation, à l'aide d'un peu de papier à filtrer, on la laisse se dessécher. Les éléments ne tardent pas à s'immobiliser, et il arrive un moment où le liquide s'est presque complètement évaporé, excepté autour de chaque élément : là, subsiste une légère zone encore humide, sous forme d'un mince halo. Or, ce halo se continue au-delà des extrémités de l'élément, tout le long de chaque cil, que l'on aperçoit alors distinctement (1).

Quant à la valeur morphologique et physiologique du cil, cette question est assez ardue à traiter. Toutefois, après un grand nombre

(1) LÖFFLER (378) vient de décrire une nouvelle méthode de coloration, à l'aide de laquelle il a pu facilement déceler la présence de *cils* chez le plus grand nombre des spirilles et bacilles connus. Il en a même découvert chez *Micrococcus agilis* ALI-COHEN (4), qui est, après *Micrococcus tetragenus mobilis ventriculi* MENDOZA (405), le seul élément de forme arrondie chez lequel on ait jusqu'ici constaté la mobilité. La méthode consiste à faire agir d'abord un mordant, qui n'est autre qu'une encre (10cc. d'une solution aqueuse de tannin à 20 %, + solution aqueuse de sulfate de fer). Dès que la teinte violet-noir assez intense est obtenue, on ajoute 3 ou 4cc. d'une décoction de bois de campêche. Les préparations, après avoir subi, à chaud, l'action du mordant, sont lavées à l'eau distillée, puis colorées à l'aide d'un bain spécial (solution aqueuse saturée d'aniline 100cc., solution d'hydrate de soude à 1 % 1cc., violet de méthyle ou fuchsine 5 gr.). Dans ces conditions, LÖFFLER a toujours trouvé une touffe de cils très fins à chaque extrémité des spirilles, entre autres chez *S. undula*. Ces cils n'offrent pas d'ondulations et sont toujours dirigés dans le sens de la dernière courbure. Chez les spirilles plus petits, LÖFFLER n'a trouvé qu'un cil, et, en particulier, chez celui du choléra asiatique, ce cil présentait deux ondulations. Dès 1887, KÜNSTLER (347), chez *Spirillum tenue*, pourtant très grêle, avait déjà constaté la présence de 4 à 6 cils, à chaque extrémité, à l'aide de l'acide osmique et du noir COLLIN.

d'observations, nous croyons pouvoir affirmer que le cil n'est autre que le résidu de la gaine interne, qu'emporte avec lui l'élément libre, en se séparant de l'élément générateur. On peut voir, en effet, sur les fig. 8 et 10 (Pl. II), et sur la fig. 2 (Pl. IV), que le cil a la même valeur que la partie filiforme *a*, unissant deux éléments qui vont se séparer. Or, cette partie rétrécie *a* se continue visiblement avec la gaine interne des éléments. C'est par une sorte d'étirement graduel, et par allongement, que cette portion de la gaine interne, intermédiaire à deux éléments (Voir les parties granuleuses marquées *a*<sup>1</sup>, *a*<sup>2</sup>, *a*<sup>3</sup>, etc., sur les fig. 11, 13 et 16 de la Pl. II, où cette portion intermédiaire commence à s'étirer), se rétrécit, s'évide peu à peu, et finit par se rompre, sous les efforts de l'élément qui se dissocie. A un fort grossissement, et à l'aide de l'éclairage d'ABBE, on peut, presque toujours, se convaincre que le cil ne se continue pas, à plein canal, avec le protoplasma de l'élément. Il existe, en effet, dans la plupart des cas, à la base du cil, entre celui-ci et l'extrémité de l'élément, un espace plus ou moins triangulaire, formé par les deux faces de la gaine, qui s'effile peu à peu en appendice flagelliforme, et qui offre les mêmes réactions que l'intérieur du tube des filaments. Réciproquement, l'existence de la gaine interne, ainsi mise en évidence par la provenance du cil, nous montre que, dans certains cas, pendant le travail de dissociation par gélification de la gaine externe, la gaine interne ne se gélifie pas toujours. De là, pour plusieurs éléments, la possibilité de vivre dans le liquide de culture, sous forme de *Streptobacterium* ou de *Streptospirillum*, parfois d'une longueur assez considérable.

Au point de vue physiologique du cil, si l'on observe, avec un peu d'attention, l'élément terminal d'un rameau quelconque, sur le point de se dissocier, on voit que cet élément prend un mouvement d'oscillation bien avant de se dissocier, et d'attirer à lui la gaine interne. Par conséquent, le mouvement de l'élément est indépendant du cil. Il est d'ailleurs hors de doute qu'un grand nombre d'éléments, qui se sont échappés du tube sans entraîner une portion de la gaine interne, quoique très mobiles, n'ont pas de cils. Ce sont, croyons-nous, des éléments qui abandonnent le tube en glissant le long des parois de la gaine interne, laquelle devient parfois assez lâche pour ne plus s'appliquer exactement contre les éléments qu'elle contient. D'après toutes ces raisons, nous croyons, avec la plupart des obser-

vateurs modernes, et en particulier avec M. VAN TIEGHEM (593), que l'élément bactérien a un mouvement propre, non déterminé par le cil. Bien plus, nous sommes persuadé que le cil des Bactériacées est un organe, ou plutôt un appendice différent, et que, pour éviter toute confusion avec les organes moteurs de certaines autres cellules végétales, par exemple, avec le cil des *Zoospores*, on ne doit plus lui donner le nom de cil, mais de préférence, celui d'*appendice flagelliforme*. Quant au mouvement propre des éléments isolés, et libres, il est d'autant plus prononcé que les éléments sont plus courts, et plus rapprochés de la surface libre du liquide de culture. C'est ainsi que, dans le fond des vases, on ne trouve généralement que des tronçons de filaments plus ou moins longs, peu ou point mobiles, mais qui se fragmenteront de plus en plus, et prendront des mouvements plus rapides, à mesure qu'ils monteront à la surface. Là, on ne trouve plus guère que de courts *Streptobacterium*, et surtout des éléments en *Bacterium* elliptique court ( $\gamma^4$ ), simples, ou accouplés en *Diplobacterium* ( $\gamma^2$ , Fig. 3), et du type décrit sous le terme d'élément « en haltère », ou « en huit de chiffre » (1).

Le mouvement de ces éléments est assez complexe. Si l'on suit un de ces *Diplobacterium*, qui sont les éléments les plus actifs, on observe :

1° Un *mouvement de progression*, suivant une ligne qui, ordinairement, n'est pas rectiligne, mais, au contraire, très ondulée ;

(1) A propos de cet élément « en huit de chiffre », nous ferons remarquer que, surtout quand il est cilié, il ressemble, de point en point, à *Bacterium termo*, dont DALLINGER et DRYSDALE (451) ont donné la description, et sur lequel ils ont, les premiers, vérifié la présence de cils. D'ailleurs, malgré les caractères spécifiques et l'habitat que lui assigne COHN (127), rien n'est moins déterminé que cette espèce *B. termo*. Voit-on un bâtonnet plus ou moins elliptique, et accouplé, dans un liquide en putréfaction, on le décore immédiatement du terme *B. termo*. Certains auteurs vont jusqu'à décrire plusieurs espèces de *B. termo*, comme on a décrit plusieurs *Bacillus subtilis*. Étant donné qu'un grand nombre d'éléments bactériens courts et elliptiques, accouplés « en huit de chiffre », ressemblent plus ou moins au *B. termo* des auteurs, nous croyons que, en attendant une meilleure détermination des caractères de cette espèce, la dénomination de *B. termo* doit disparaître de la nomenclature. Cette idée a d'ailleurs déjà été émise par différents auteurs, entre autres par HAUSER (281) et par SCHRÖTER (565 bis), qui considèrent *B. termo*, non comme une espèce, mais comme la forme en bâtonnets courts de plusieurs Bactériacées filiformes. FLÜGGE (218), de son côté, trouve « qu'il est préférable d'abandonner cette dénomination (*B. termo*), qui ne peut être considérée que comme un terme collectif commun à un grand nombre d'espèces différentes ».

2° Un *mouvement d'oscillation*, de droite à gauche, de telle sorte que (Voir ci-dessous, fig. 5), la droite  $AB$  représentant la progression générale de l'élément bactérien, du point  $A$  au point  $B$ , la trace de cet élément sera indiquée par un pointillé en zigzag.



Fig. 5.

Marche progressive d'un *Diplobacterium* de *Cladothrix*, de  $A$  en  $B$ .

Pour les éléments spirales, le premier mouvement de progression suivant une ligne de translation ondulée existe encore : mais le mouvement d'oscillation est remplacé par un mouvement complet de rotation autour de la ligne de translation comme axe.

Un autre mouvement assez curieux est celui que décrit un *Diplobacterium*, au moment de se segmenter complètement et de se dissocier en deux éléments ellipques ( $\gamma^k$  et  $\gamma^k_a$ ), isolés et libres. (Voir ci-contre, fig. 6). Le *Diplobacterium* exécute un mouvement de rotation autour de l'axe  $AC$ , sous l'inclinaison  $AB$ . Le point  $A$  restant fixe,  $AB$  décrit une surface conique, et le mouvement du *Diplobacterium* s'accroît de plus en plus jusqu'au moment où  $\gamma^k_a$  se sépare de  $\gamma^k$ .

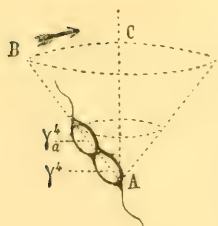


Fig. 6.

Ce mouvement des éléments bactériens, en dehors de l'oxygène de l'air et de la putréfaction, semble influencé par la lumière. Il est un fait certain, et dont nous avons été singulièrement frappé : lorsqu'on procède aux observations, à l'aide d'un foyer lumineux intense (la lumière électrique, par exemple, avec le *photophore*-



TROUVÉ). on voit bientôt le mouvement général s'accroître d'une façon extraordinaire. Les plus longs *Streptobacterium* eux-mêmes se meuvent avec une rapidité relativement très grande. Donc, la sensibilité à la lumière, étudiée, en premier lieu, par ENGELMANN (193), n'est pas le fait exclusif de *Bacterium photometricum*.

Au point de vue de la prédominance des éléments de formes courbe et spiralee, sur ceux de forme rectiligne, on peut dire, d'une façon générale, que les premiers sont d'autant plus fréquents que la température est plus élevée, et la putréfaction plus avancée. Ainsi, dans nos cultures d'hiver, le travail de dissociation se faisait avec une certaine lenteur, et les éléments dissociés étaient presque exclusivement des éléments rectilignes. En été, au contraire, ou si l'on soumet artificiellement les cultures à une température de 20 à 30° C., les éléments rectilignes évoluent rapidement vers la forme spiralee. Enfin, sans que la température s'élève notablement, si la putréfaction est assez active, on aboutit également à une prédominance d'éléments spiralees, et cela indifféremment dans une putréfaction de matières animales ou végétales.

Tel est l'ensemble de nos observations sur cet état particulier de l'évolution de *Cladothrix*, que nous appelons l'état dissocié. Non seulement, ainsi que ZOPF l'avait avancé le premier, les filaments de *Cladothrix* peuvent se dissocier en leurs différents éléments, de forme rectiligne, courbe et spiralee, mais — et c'est là surtout ce que nous avons essayé de démontrer — il y a un passage insensible de la forme rectiligne à la forme courbe, puis à la forme spiralee. Il ne faut donc pas attacher une importance trop considérable à ces formes, qui, au premier abord, paraissent si distinctes, mais qui résultent uniquement de certaines modifications, parfois très légères, dans les milieux de culture. Par suite, on ne doit pas s'étonner de trouver, dans un même milieu, et en même temps, des *Bacterium*, des *Diptobacterium*, des *Streptobacterium*, des *Vibrio* et enfin des *Spirillum* de toutes les dimensions. Tous ces éléments, bien que leur parenté soit peu manifeste, au premier aspect, ne sont, en réalité, que des formes évolutives d'une seule et même espèce.

### ÉTAT ENCHEVÊTRÉ.

Dans cet état, *Cladothrix dichotoma* se présente sous la forme de filaments plus ou moins longs, enchevêtrés les uns dans les autres.

Nous représentons, dans la fig. 7, l'aspect général d'une partie de ce groupement, au grossissement de 210 diamètres.

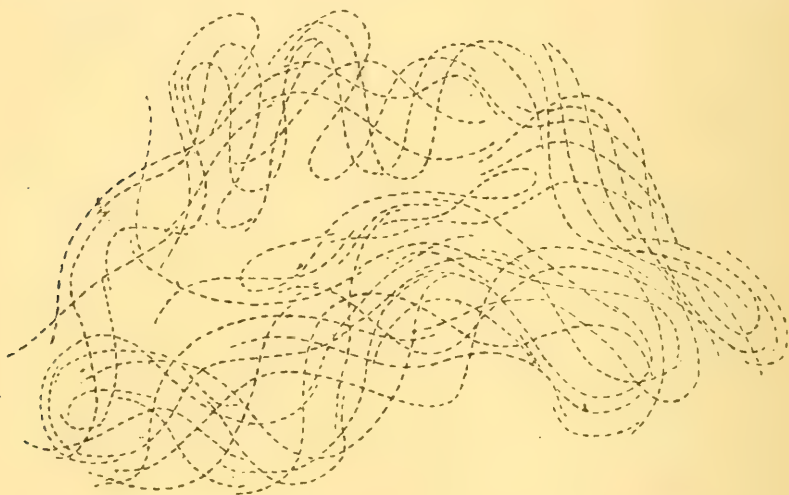


Fig 7. (Gross. 210 D. — Obj. n° 7. — Ocul. n° 1. VÉRICK).

État enchevêtré de *Cladothrix dichotoma*.

On voit, dans cette figure, les tronçons de filaments sous forme d'écheveaux, entremêlés dans un certain ordre, et dont les courbes et les anses, en se croisant suivant les angles les plus différents, forment une sorte de réseau qui ne manque pas d'élégance.

Ici, comme pour les tronçons isolés, on trouvera toutes les différences de longueur, et surtout de largeur, dans une même masse enchevêtrée. Bien plus, si l'on étudie une telle masse, au moment où les éléments subissent certaine dégénérescence granuleuse que nous décrirons plus loin, on peut y trouver, entremêlés, des filaments dont les éléments ont les diamètres et l'aspect morphologique les plus divers.

Nous avons représenté, fig. 8, au grossissement de 600 diamètres, une portion de réseau, où l'on voit, à côté de filaments en longs *Streptobacterium* (*A B*, *A' B'*), des filaments qui sont sur le point de former des spores (*C D*), et d'autres, qui sont atteints d'hyper-trophie et de dégénérescence granuleuse (*E F*, *E' F'*, *E'' F''*).

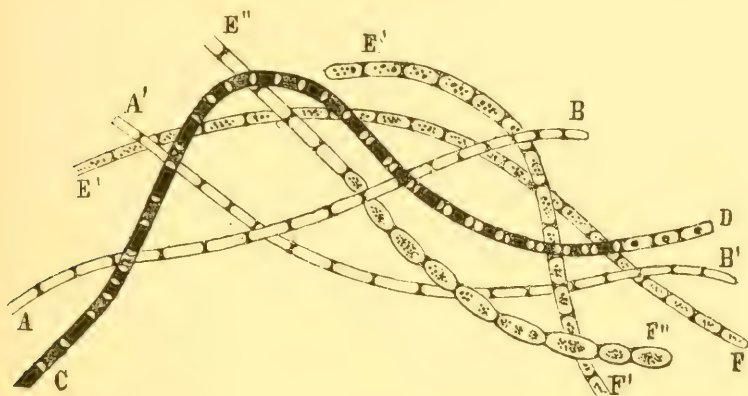


Fig. 8. (Gross. 600 D. — Obj. n° 12 (Immers. homog.). — Ocul. n° 2. — VÉRICK).

Une portion de réseau de *Clad. dichotoma*, à l'état enchevêtré, montrant des filaments d'aspect différent, après coloration : 1° violet de méthyle 5 B; 2° solution iodo-iodurée.

Au premier abord, il semble téméraire d'attribuer ces masses enchevêtrées à *Cladothrix dichotoma*. Aussi n'est-ce pas sans avoir suivi leur mode de formation, et leur provenance des filaments polycladés, que nous les décrivons comme une phase du développement de cette Bactériacée.

Dans la fig. 9, on peut étudier le mode de dissociation des filaments, au moment où ils vont se disposer en anses et en courbes, qui seront le point de départ des masses enchevêtrées.

Si l'on observe attentivement cette figure, on voit qu'on a deux séries de courbes, l'une à droite, l'autre à gauche de la droite fictive *X Y*, et dont les anses sont tournées du côté de cette ligne. Or, il est de toute évidence que le point *x* n'est autre que le point où s'est faite une première ramification : *a¹ b¹* étant l'axe primaire de droite, et *A¹ B¹* l'axe primaire de gauche. Les branches situées à droite et

à gauche de  $XY$ , nous rappellent le mode de ramification que nous avons signalé, p. 44. Ce ne sont, en réalité, que des rameaux secondaires, tertiaires, quaternaires, etc. A la base, ils sont encore contenus dans la gaine externe ; on voit même, en  $a^n b$ , un filament qui s'est

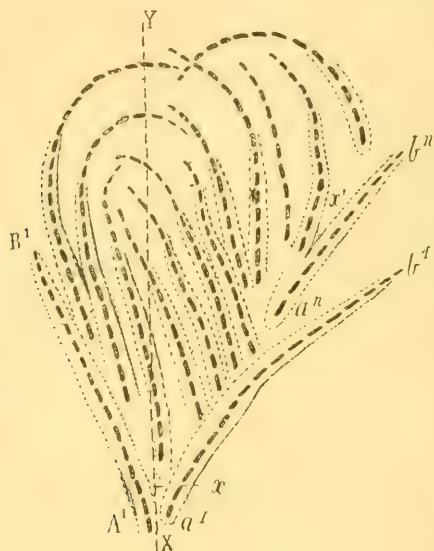


Fig 9. (Gross. 320 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 1. — VÉRICK).

Stade du début de l'état enchevêtré de *Clad. dichotoma*. —  
1° solution iodo-iodurée ; 2° violet de méthyle 5 B.

ramifié, au point  $x'$ , et qui se trouve encore contenu dans la même gaine que le rameau dérivé. Le procédé de ramification est donc ici le même que dans les rameaux polycladés : seulement, il est plus actif, et les ramifications d'un même rameau primaire présentent ce caractère particulier, de se recourber vers les ramifications opposées de l'autre rameau primaire, suivant des courbes très accentuées, et dirigées des deux côtés de la droite  $XY$ , qui indique la direction du rameau principal primitif.

Si l'on ajoute à cela que, d'une part, les sommets de quelques ramifications finissent par rencontrer les sommets correspondants des ramifications opposées, de façon à simuler des anses à peu près complètes, et que, d'autre part, l'accroissement se fait également



par l'extrémité qui s'est dissociée du rameau générateur, on voit qu'on aura bientôt un ensemble de courbes se croisant dans toutes les directions, et représentant peu à peu l'aspect des masses enchevêtrées complètes.

Cet état, qui doit être assez fréquent, dans le groupe des Bactériacées, et qui a été signalé par un grand nombre d'auteurs, n'a toutefois été constaté, comme phase de développement de telle ou telle espèce, que dans un petit nombre de cas. (1)

Nous décrirons également cet état chez *B. Balbianii* (p. 108), et chez *Bacterium osteophilum* (p. 149).

Dans quelles conditions se produit l'état *enchevêtré*? Nous l'avons obtenu dans nos cultures d'hiver, c'est-à-dire quand la température ambiante ne dépassait pas  $+ 10^{\circ}$  C. Alors, le passage des phases de l'une à l'autre se fait graduellement : le travail de putréfaction des liquides se produisant lui-même avec lenteur. — En général, nous l'avons trouvé comme intermédiaire entre l'état *dissocié* et l'état zoogléique.

De même que pour *Bacillus subtilis* et *B. anthracis*, c'est dans le fond des vases à expériences, c'est-à-dire dans la partie la moins aérée, que l'on trouve les plus belles masses enchevêtrées. Là, elles affectent une disposition particulière, en rapport avec les filaments d'algues qui occupent le fond. Les masses enchevêtrées entourent ces filaments de leurs anses, les enserrant, pour ainsi dire, en leurs mailles, et leur faisant une sorte de manchon complet. A mesure qu'on se rapproche de la surface, au contraire, on observe la disposition que nous avons décrite. A la surface même, on peut encore trouver de ces masses provenant de la dissociation des filaments ; mais elles ne restent pas longtemps dans cet état, et elles évoluent rapidement, soit vers l'état *dissocié* de leurs éléments constitutifs, soit vers l'état zoogléique.

(1) Cet état enchevêtré a été rencontré chez :

*Bacillus subtilis* par COHN (128 bis) ;

*B. anthracis* par R. KOCH (332) ;

*Bacterium Zopfii* par KURTH (348).

Enfin, GEDDES et EWART (245) l'ont constaté chez un *Spirillum* indéterminé ; HAUSER (281), chez *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. Zenkeri* ; ESCHERICH (201), chez une Bactériacée voisine des *Proteus* de HAUSER ; B. FRANK (225), chez *Leptothrix terrigena* ; POMMER (506), chez *Bacillus brassicæ* ; MM. GUIGNARD et CHARRIN (266), chez *Bacillus pyocyaneus*.

Mais quand la température s'élève naturellement, ou quand on soumet les cultures à une température artificielle de + 15 à 20° C., l'état enchevêtré disparaît par désagrégation des filaments, et fait place, soit à l'état dissocié, soit à l'état zoogléique (1). L'état enchevêtré n'est donc pas une phase constante du développement de *Cladothrix*. Il n'apparaît que dans certaines conditions de milieu et de température, et peut faire parfois défaut.

### ÉTAT ZOOGLEÏQUE.

L'état zoogléique comprend cette phase où les différents éléments qui vivent à l'état dissocié, ou qui se trouvent encore dans les filaments, s'agrègent en masses compactes, entourées d'une gangue gélatiniforme plus ou moins accusée.

COHN est le premier qui, selon nous, ait observé la Zooglée de *Cladothrix dichotoma*. Il décrit, en effet, et figure (127), sous le nom de *Zoogloea termo*, des masses gélatineuses arrondies, lobulées, comme on n'en rencontre qu'au début de l'état zoogléique de *Cladothrix dichotoma*. Non-seulement c'est la première Zooglée qui ait été décrite, mais son aspect morphologique paraissait tellement caractéristique, que COHN faisait, à cette époque-là (1853), de l'état zoogléique, en général, un genre spécial qu'il décrivait ainsi : « *Zoogloea*, — *Cellulæ minimæ*, bacilliformes, hyalinæ, gelatina hyalina in massas mucosas globosas, uvæformes, mox membranaceas consociatæ, dein singulæ elapsæ, per aquam vacillantes. » Il donnait à la suite cette description de l'espèce : « *Zoogloea Termo* cellulis liberis mobilibus, rectis, 1/2000 — 1/700''' æquantibus ».

Il identifiait *Zoogloea termo* à *Palmella infusionum* d'EHRENBURG (184), *Micraloa teres* de VON FLOTOW (217), *Bacterium termo* de DUJARDIN (175), *Vibrio lineola* d'EHRENBURG. Ce que l'on considérait, jusque-là, comme *Bacterium termo*, n'était que la forme libre et mobile de *Zoogloea termo*. Plus tard (127 bis), il revient sur son erreur, et décrit la *Zoogloea*, non plus comme un genre, mais comme

(1) La dissociation des masses enchevêtrées en tronçons isolés se fait très rapidement dans la chambre humide et à l'aide de la platine chauffante. Au bout de quelques heures, on ne peut plus retrouver la disposition enchevêtrée primitive.

un état particulier de développement des Bactéries. *Zoogloea termo* devint alors l'état zoogléique de *Bacterium termo*.

Ce n'est qu'en 1867 que la forme définitive et réellement caractéristique de *Clad. dichotoma*, la forme ramifiée, est observée par ITZIGSOHN (299), qui, ainsi que le rapporte ZOPF « a certainement vu le développement des éléments qu'elle contenait en *Leptothrix*, *Vibrio* et *Spirillum*. » ITZIGSOHN la décrit sous le nom de *Zoogloea ramigera*.

Jusque-là, les rapports entre *Zoogloea termo*, d'une part, et *Zoogloea ramigera*, d'autre part, ne sont point encore constatés, encore moins leurs relations avec l'état zoogléique de *Cladothrix dichotoma*.

CIENKOWSKI, le premier, en 1877 (125), décrit et figure, d'un côté, des formes zoogléiques arrondies et lobulées, en tout semblables à celles que COHN appelait *Zoogloea termo*, et, d'autre côté, des formes ramifiées du type *Zoogloea ramigera*. Il montre manifestement les rapports des unes avec les autres et suggère, sans cependant en donner la preuve indiscutable, par le développement suivi pas à pas, que les unes comme les autres ne sont que des stades successifs de développement de la Zooglée de *Cladothrix dichotoma*. Il démontre, de plus, la coexistence des différentes formes d'éléments bactériens rectilignes et spiralés, à l'intérieur de ces amas zoogléiques. ZOPF, enfin, décrit minutieusement l'état zoogléique de *Clad. dichotoma*. (660). Il prouve, cette fois, péremptoirement, que *Zoogloea ramigera* n'est autre que la forme zoogléique définitive de *Cladothrix*, et corrobore les assertions de CIENKOWSKI, à savoir, que ces Zooglées peuvent être constituées par toutes les formes d'éléments rectilignes ou spiralés que nous avons décrites.

Nous avons vérifié les assertions de ZOPF, et nous sommes arrivé au même résultat. Mais ce qu'il importe de connaître, et ce qui n'a pas encore été élucidé, c'est d'abord le mode de formation de la Zooglée, et, après sa formation, son mode d'évolution vers le type *Z. ramigera*. Telle est la double question que nous nous sommes efforcé de résoudre.

I. Quel est le mode de formation de la Zooglée, chez *Cladothrix dichotoma*?

La Zooglée peut naître, ou directement, sur le trajet d'un filament

(*Zooglée intercalaire*), ou à l'extrémité libre d'un filament (*Zooglée terminale*). Elle peut dériver d'éléments dissociés, et alors, soit d'un élément isolé, soit d'un petit groupe d'éléments isolés d'abord, et s'agrégeant ensuite, soit encore d'une chaîne de plusieurs éléments (*Streptobacterium*). Enfin, comme nous l'avons déjà dit, elle peut provenir de l'état enchevêtré.

Nous allons décrire ces différents modes de formation de la Zooglée.

D'abord, elle peut naître sur le trajet même d'un filament ou à son extrémité.

Nous avons reproduit (fig. 2 — Pl. III) une Zooglée ( $z$ ), située sur le trajet d'un filament, et que, suivant la dénomination de TANGI (586), pour certaines *Cyanophycées*, nous appelons *Zooglée intercalaire*. On voit que, au point où se fait la ramification, au lieu de la bifurcation ordinaire en deux rameaux primaires,  $A^1 B^1$  et  $a^1 b^1$ , on trouve une sorte de dilatation ampullaire  $z$ . Cette dilatation est limitée par la gaine interne ( $Gi$ ), qui se continue inférieurement avec celle du rameau  $A^1 B^1$ . A la partie supérieure, elle se continue avec la gaine externe du rameau primaire  $a^1 b^1$  et du rameau secondaire  $a^2 b^2$ . Ce dernier, au lieu de se séparer de  $a^1 b^1$ , comme c'est la règle, est descendu le long de  $a^1 b^1$ , jusqu'à l'ampoule  $z$ . Dans l'ampoule même, on voit que les éléments constitutifs des deux rameaux  $a^1 b^1$  et  $a^2 b^2$  n'ont plus de gaine interne, et se sont disposés, en regard les uns des autres, suivant une certaine inclinaison. Cette inclinaison tient d'abord à ce que les éléments, étant dépourvus de gaine interne, se trouvent, pour ainsi dire, libres; d'autre part, elle tient aussi à la poussée des autres éléments, qui sont situés au-dessus et au-dessous. — Chose remarquable, certains éléments situés dans l'ampoule, se divisent déjà, savoir: le *Bacterium*  $\gamma_{III}$ , en deux *Bacterium* plus courts, sous forme de *Diplobacterium*; le *Bacterium*  $\gamma^1_A$ , en deux *Bacterium* sur le point, eux-mêmes, de se segmenter, et le *Bacterium*  $\gamma^1_B$ , en quatre *Bacterium* courts elliptiques.

En réalité, nous avons affaire, ici, à une véritable Zooglée intercalaire, telle que TANGI l'a décrite, chez *Plaxonema oscillans*. Cette formation de Zooglée intercalaire, non encore observée chez les Bactériacées, est une preuve de plus en faveur du rapprochement à établir entre ce groupe et les algues Cyanophycées. — Ce



n'est pas un résultat accidentel. Nous avons observé cette Zooglée, à maintes reprises, et dans différentes cultures. Dans un certain cas, la Zooglée intercalaire s'était complètement arrondie, et semblait sur le point de rompre ses attaches avec les filaments supérieurs et inférieurs.

La *Zooglée terminale* est celle qui se forme à l'extrémité libre d'un rameau (fig. 1 — Pl. III). On y voit la gaine externe se continuer avec celle de  $a^1 b^1$ , et la gaine interne s'effacer, se gélifier, dès l'élément  $\gamma^2_a$ . Cette absence de gaine interne est encore ici la cause de la disposition des éléments en forme de crosse, que l'on constate à l'extrémité du rameau  $a^1 b^1$ , et qui fait que  $\gamma^2$  se rapproche beaucoup de la branche principale. La gaine externe suit ce mouvement particulier : et ainsi, se trouve constituée une véritable Zooglée, qui se détachera du filament, aux environs de  $\gamma^2_a$ , pour se développer ensuite isolément.

La Zooglée peut encore provenir d'éléments isolés, libres, qui s'agglomèrent et s'agrègent ensuite en colonies. C'est ainsi que, dans la fig. 3 (Pl. III), on a un groupe d'éléments en *Bacterium* de longueurs diverses ou simples ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_a$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ , ou sur le point de se diviser ( $\gamma^2$ ), ou complètement divisés, mais associés, soit en *Diplobacterium* ( $\gamma^1_{,,}$ ,  $\gamma^2_{,,}$ ), soit en *Streptobacterium* (A). Ces éléments variés se sont serrés et groupés, les uns près des autres, et sont sur le point de s'organiser en Zooglée. Dans la fig. 4, on voit des éléments de formes différentes, entourés de minces capsules mucilagineuses, dont les contours se touchent déjà : ce sont des éléments qui viennent de se dissocier par gélification de leurs gaines. — Un peu plus loin, dans la même préparation, on trouvait une Zooglée arrondie, complète, où l'on distinguait encore, çà et là, les traces des capsules primitives, qui, après s'être désagrégées isolément, s'étaient réunies en une seule enveloppe commune.

La Zooglée peut enfin provenir de l'état enchevêtré, ainsi que nous l'avons représenté, dans la fig. 6 (Pl. III). On y voit plusieurs tronçons de filaments en *Streptobacterium* entremêlés, montrant tous les stades de segmentation des filaments, et dont quelques-uns possèdent encore leur gaine externe complète, tandis que la plupart ont confondu cette gaine particulière dans une gaine unique et commune. — La fig. 5 (Pl. III) est très instructive, parce que, à côté de formes rectilignes s'agrégeant en Zooglées, elle montre aussi

quelques formes courbes, comme les *Vibrio* ( $\gamma^1$ ) du groupe *H*, englobés dans la même capsule que des *Bacterium* plus ou moins longs. Ailleurs, et toujours dans une même capsule (*C*), un autre *Vibrio* ( $\gamma^1$ ), qui se segmente, ne diffère guère d'un *Bacterium* voisin ( $\gamma^2$ ), que par l'incurvation de l'une de ses faces. La capsule *B*, enfin, rappelle la forme des capsules que nous avons étudiées, à l'état dissocié (fig. 2 à 6 — Pl. II), et qui renferment des *Spirillum*.

Dans tous les cas : que la Zooglée naisse d'un seul élément isolé ou de plusieurs éléments associés en colonie ; d'une ampoule intercalaire ou d'une ampoule terminale, ou bien enfin de l'état enchevêtré, cette Zooglée apparaît, au début, sous forme d'un essaim peu volumineux d'éléments peu nombreux, entourés d'une gangue commune, de même nature que la gaine externe, dont elle n'est, elle-même, en réalité, que la continuation.

Donc, pour point de départ des transformations qui doivent caractériser l'état zoogléique, prenons la Zooglée la plus petite que nous ayons rencontrée, c'est-à-dire celle qui est représentée fig. 7 (Pl. III). A ce premier stade, la Zooglée de *Cladothrix dichotoma* est formée d'une capsule gélatiniforme régulièrement arrondie, qui renferme, en sa partie centrale, deux séries d'éléments se faisant « vis-à-vis ». L'une de ces séries ( $\gamma^2$ ) représente un *Bacterium* de moyenne longueur, sur le point de se segmenter ; l'autre est formée de deux *Bacterium* elliptiques ( $\gamma^1$ ), qui proviennent évidemment de la segmentation d'un *Bacterium* primitif, analogue à son « vis-à-vis »  $\gamma^2$ . A un stade un peu plus avancé, l'élément  $\gamma^2$ , se serait lui-même totalement segmenté, et on aurait eu une Zooglée renfermant quatre *Bacterium* elliptiques, placés, 2 par 2, en face l'un de l'autre. On observe fréquemment un grand nombre de ces petites capsules juxtaposées régulièrement à côté les unes des autres, en séries longitudinales et transversales, sur une même surface plane, dessinant ainsi un carrelage ou une mosaïque d'une régularité et d'une élégance remarquables. La disposition en tétrades, que l'on obtient alors, répond, en tous points, à la description généralement admise du genre *Merismopedia* (1). Nous reviendrons, plus loin, dans nos Conclusions (p. 208), sur l'importance que nous attachons à ce

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 23).

stade, observé également par nous chez *B. Balbiani* (p. 116) et chez *Bacterium osteophilum* (p. 175).

Si nous suivons, chez *Cladothrix*, l'évolution des petites masses arrondies, à quatre éléments, qui constituent, par leur réunion, des agglomérations tabulaires, nous voyons que ces masses ne restent pas longtemps ainsi agglomérées: ou bien elles se réunissent en une seule masse plus volumineuse, dans laquelle les éléments se développent de plus en plus, et dans toutes les directions, de manière à faire disparaître la disposition première en *Merismopedia*; ou bien chacune des petites capsules arrondies à quatre éléments continue à se développer séparément. Dans l'un et l'autre cas, on arrive, tôt ou tard, à la forme sphérique de la figure 12 (Pl. III), qui représente une capsule encore régulièrement arrondie, dans laquelle sont disposés, sans ordre apparent, et dans toutes les directions, des éléments bactériens courts ( $\gamma^3$  et  $\gamma^4$ ) ou d'autres, un peu plus longs et en voie active de segmentation ( $\gamma^{2,2}$ ). Entre ce stade et celui qui a été précédemment décrit, on trouve tous les passages (voir fig. 8, 9, 10 et 11, Pl. III). La fig. 8, en particulier, représente une zooglée, toujours arrondie, un peu plus volumineuse que celle de la fig. 7, et où les quatre éléments, qui se sont segmentés, ont donné, en tout, huit éléments en *Bacterium* elliptiques ( $\gamma^4$ ). Il n'est déjà plus possible de distinguer la disposition en *tétrades*. Quant aux masses zooglées des fig. 9, 10, 11, elles se rapportent plutôt à des *Streptobacterium* plus ou moins longs, en train de s'encapsuler, pour aboutir à la forme sphérique de la fig. 12. — C'est ainsi que la figure 9 représente un *Streptobacterium* encapsulé, dont les deux extrémités (*a* et *b*) se replient l'une vers l'autre, en même temps que vers le centre de la capsule, et dont le reste suit le contour interne. Déjà les éléments sont presque tous arrivés au terme ultime de la segmentation. La figure 10 représente également un *Streptobacterium* qui, une fois englobé par la capsule, s'est sectionné en deux tronçons distincts: l'un d'eux suit le contour interne de la petite zooglée, et renferme des *Bacterium* de différentes longueurs (comme  $\gamma^1$  et  $\gamma^2$ ), quelques-uns en biscuit, c'est-à-dire sur le point de se segmenter ( $\gamma^{2,2}$ ); l'autre s'est replié en forme de S, vers le centre de la zooglée, et ses éléments, disposés en zigzags, montrent aussi des *Bacterium*, à tous les stades de la segmentation. La figure 11 représente une dernière disposition zoologique, où l'on voit un filament (en grande

partie composé d'éléments courbes et spirales) enveloppé par une gangue gélatiniforme, et qui correspond identiquement à la forme *Myconostoc gregarium* COHN, trouvée par RAY-LANKESTER (353). L'auteur considère cette forme comme la zooglée de *Spirillum undula*. Or, nous avons déjà exposé (p. 62) les motifs pour lesquels nous regardons *Spirillum undula* comme la forme *Spirillum* de *Cladothrix dichotoma* (1).

Du stade représenté figure 12, on passe à celui de la figure 13. On peut y remarquer deux nouvelles séries de transformations :

1° La zooglée perd sa forme arrondie pour prendre une forme ovalaire. — L'extrémité supérieure, plus volumineuse, va dorénavant s'élargir de plus en plus, aux dépens de l'extrémité inférieure, qui, au contraire, s'amincira progressivement, pour former le pédicule de la zooglée ;

2° Les éléments bactériens constitutifs de la zooglée sont déjà plus nombreux vers l'extrémité supérieure et d'autant plus qu'ils s'approchent davantage de l'enveloppe gélatiniforme (*Ge*). En d'autres termes, la segmentation y est plus active. Ainsi, à l'extrémité supérieure, on trouvera des éléments bactériens de plus en plus courts, en  $\gamma^3$  et  $\gamma^4$ , serrés les uns contre les autres ; tandis que, à l'extrémité inférieure, les éléments plus clair-semés seront représentés, non-seulement par des *Bacterium* plus longs ( $\gamma^2$ ), des *Vibrio* ( $\delta^2$ ) et des *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ,  $\epsilon^2$ ), mais même par quelques-uns de ces éléments encore unis en *Streptobacterium*.

Insensiblement, par le seul fait de l'élargissement de l'extrémité supérieure, nous passons au stade de la fig. 14. La forme générale ovalaire existe encore ; mais la zooglée, considérablement augmentée de volume (la fig. 14 est à 120 D. seulement, tandis que la fig. 13 est à 600 D.), est nettement pédiculée (*Ped*). Une autre transformation s'est opérée : la partie supérieure, élargie en forme de dôme, commence à se creuser de sillons qui, en se dirigeant vers le pédicule, déterminent des lobes (*Lob*<sup>1</sup>), aux découpures irrégulières, parfois assez nombreuses, mais non encore très profondes.

(1) ZOPF représente un *Myconostoc* à filaments spirales, à côté des Zooglées de *Cladothrix*, et semble, par là, vouloir les rapprocher scientifiquement, et M. MACÉ (392), qui a également constaté ces tronçons de filaments ondulés ou spirales, renfermés dans une gangue zoogléique, les rapporte aussi à la forme *Myconostoc*.



A ce stade succède celui de la fig. 15, où la forme pédiculée s'accroît davantage, le pédicule devenant de plus en plus mince, et où l'on voit la zooglée élargir de plus en plus sa partie supérieure, pour s'épanouir en une sorte d'éventail. En même temps, les sillons qui séparent les lobes, continuent de se creuser. Chaque lobe peut, en outre, se diviser en un grand nombre de lobes secondaires, ou lobules (*Lob*<sup>2</sup>). Enfin, et c'est là un point capital dans l'évolution ultérieure de la zooglée : près de la surface, sur le trajet même des sillons, apparaissent, à l'intérieur de la zooglée, pour s'ouvrir ensuite au dehors, des *vacuoles* (*Vac*<sup>1</sup>, dans les fig. 15 à 20, Pl. III) d'aspect caractéristique. Ces vacuoles sont des espaces lacunaires elliptiques, à grand diamètre vertical, dépourvus d'éléments bactériens, mais situés au milieu de ces éléments, et recouverts par eux (1).

Les premières vacuoles, avons-nous dit, avoisinent la surface du dôme de la zooglée ; elles se trouvent sur le prolongement des sillons, existants ou futurs. Bientôt, les sillons s'avancant vers le pédicule, et les vacuoles augmentant de volume, les uns et les autres finissent par se rencontrer. C'est ainsi que les vacuoles s'ouvrent à l'extérieur (*Vac*<sup>2</sup> des fig. 15 à 22, — Pl. III), dissèquent les lobes primitifs (*Lob*<sup>1</sup>, en lobules (*Lob*<sup>2</sup>), et leur donnent cette apparence découpée qui présente des digitations dont les extrémités sont plus ou moins renflées en massue. Cette première zone tout à fait superficielle des vacuoles qui communiquent avec les premiers sillons, n'est pas, d'ailleurs, la seule qui se produise dans la zooglée. A mesure que le développement de la zooglée avance, un grand nombre d'autres vacuoles plus volumineuses apparaissent. — En outre, quand le sillonnement n'est pas encore très accentué, on peut remarquer qu'il existe un certain rapport entre le nombre de ces vacuoles et le nombre des lobes primitifs. C'est ainsi que, dans la figure 16 (Pl. III), aux cinq grands lobes primitifs de la zooglée, correspondent cinq grandes vacuoles (*Vac*<sup>1</sup>), assez éloignées de la surface du dôme, mais qui ne tarderont pas à entrer en communication avec des sillons, existants ou futurs. Dans cette figure, avec le faible grossissement de 120 D., on ne distingue que deux des petites vacuoles de la

(1) ZOPF a déjà figuré ces vacuoles dans les Zooglyphes de *Clad. dichotoma*, mais sans insister sur leur signification véritable.

première zone superficielle, s'étant déjà ouvertes à l'extérieur (*Vac*<sup>2</sup>) (1).

Dans un stade plus avancé (fig. 17), la forme en éventail s'accroît davantage encore, et le pédicule devient très grêle. En outre, la zooglée s'est dichotomisée, de façon à présenter deux séries parallèles de lobes et lobules, avec leurs vacuoles. Souvent on trouve ainsi d'énormes zooglées de *Cladothrix*, dont le dôme est découpé d'un grand nombre de séries de lobes et lobules, qui, le sillonnement progressant, finissent par se confondre.

A dater de ce moment, deux ordres de phénomènes vont se produire parallèlement, et concourir à donner peu à peu à la zooglée sa forme *parfaite*.

D'une part, le sillonnement de la zooglée s'accroît davantage ; de nouveaux sillons apparaissent, en se creusant toujours, du sommet vers la base, et déterminent des lobules de plus en plus étroits. D'autre part, les vacuoles deviennent également plus nombreuses. Le grand axe de ces vacuoles elliptiques se dirige de haut en bas, d'une extrémité à l'autre de la zooglée. Se trouvant dans les axes des sillons, et superposées en séries linéaires, elles finissent par s'ouvrir les unes dans les autres, et se continuer avec les sillons eux-mêmes.

C'est ce qui est clairement indiqué dans les figures successives 16, 17 et 18 (Pl. III). Dans le stade de la fig. 18, on trouve un sillonnement très actif, au sommet de la zooglée. Chacun des lobes primitifs, plus ou moins arrondis, des stades précédents, se découpe en un certain nombre de villosités, ou *digitations* (*Dig*<sup>1</sup>), renflées en massues, d'un ensemble très élégant : ce qui déjà donne à la zooglée de *Cladothrix* un aspect des plus caractéristiques et empêche dès lors de la confondre avec les zooglées connues jusqu'ici.

Si, en même temps, une série de vacuoles superposées s'ouvrent les unes dans les autres, et rejoignent les sillons, la pénétration de

(1) Par un procédé à peu près identique, c'est-à-dire à l'aide de vacuoles, ou plutôt d'une sorte de *fenêtres*, la Zooglée de *Bacterium rubescens* RAY-LANKESTER (352), prend peu à peu l'aspect *réticulé*. C'est cette Zooglée toute caractéristique dont COHN (127 *vis*) avait formé un genre et une espèce à part, sous le terme de *Clathrocystis roseo-persicina*, rappelant ainsi sa forme *fenêtrée* particulière (καλὺθρον, grillage ; κύστις, vessie). ZOPF, ici encore, a démontré que cette Zooglée n'est autre que la Zooglée de *B. rubescens* RAY-LANKESTER, qu'il rapproche des *Beggiatoa* (*Beggiatoa roseo-persicina*).

ces sillons, au sein de la zooglée, s'accroît par là même. Dans la fig. 19, on peut voir plusieurs de ces séries de vacuoles, s'ouvrant les unes dans les autres, et à l'extérieur. En  $Vac^2$ , c'est une vacuole superficielle qui vient de s'ouvrir directement au dehors; en  $Vac^2_{,,}$ , deux vacuoles, primitivement closes, se sont rejointes, et communiquent maintenant aussi avec l'extérieur; enfin, en  $Vac^2_{,,,}$ , c'est une série de trois vacuoles, qui ont opéré cette réunion et cette communication. La zooglée, qui était tout d'abord simplement festonnée, se trouve maintenant découpée, un peu irrégulièrement, en parties plus ou moins volumineuses, lobes, lobules et digitations.

Les figures 22 et 23 montrent encore plus nettement et à un plus fort grossissement (250 D.), la formation de deux digitations. Ces deux figures ont été prises sur la même zooglée. La figure 22 montre une digitation qui renferme, suivant son axe, et dans son extrémité supérieure libre, trois vacuoles, dont la première ( $Vac^2$ ) s'est déjà ouverte à l'extérieur, et dont les deux autres, vacuoles encore closes ( $Vac^1$ ), sont très rapprochées l'une de l'autre, et séparées uniquement par un léger pont de substance gélatiniforme. Dans la fig. 23, les quatre vacuoles primitives (1, 2, 3, 4), en s'ouvrant les unes dans les autres, se sont mises en communication avec l'extérieur, et ont déterminé la production de deux digitations nouvelles.

Si, enfin, de nouvelles séries de vacuoles viennent s'ouvrir dans les vacuoles précédentes, la digitation sera plus marquée encore, et plus régulière, par la pénétration de plus en plus profonde des sillons vers le pédicule de la zooglée. On obtient ainsi un stade comme celui que nous avons représenté, fig. 20 (Pl. III), où l'on peut voir, entre autres, une série de trois volumineuses vacuoles ( $Vac^2_{,,,}$ ), qui se sont ouvertes l'une dans l'autre. Elles présentent certains rétrécissements, qui indiquent les points de séparation des vacuoles primitivement closes. Quant aux *digitations*, elles sont, ici, de trois ordres, selon qu'elles s'avancent plus ou moins vers le pédicule, et qu'elles se trouvent plus ou moins distinctes, et isolées les unes des autres ( $Dig^1$ ,  $Dig^2$ ,  $Dig^3$  des fig. 18 à 21, — Pl. III). A ce moment (fig. 20), la zooglée affecte déjà un aspect ramifié très prononcé, qui, à un faible grossissement, la fait ressembler à une Algue marine, ou bien à une colonie d'Hydres ou de Bryozoaires.

De ce stade, on passe insensiblement au stade ultime où la zooglée arrive à sa forme définitive, complètement ramifiée, qui lui a valu la dénomination distinctive de *Zoogloea ramigera*. Toutes les digitations sont simples, grêles, profondément découpées, et le plus grand nombre partent du pédicule. On voit encore manifestement un grand nombre de séries de vacuoles ( $Vac^2$ ,  $Vac^2$ ,  $Vac^2$ ...), en forme de bissac, qui communiquent avec l'extérieur, et séparent les digitations les unes des autres. Le pédicule même de la zooglée est profondément disséqué et ne subsiste plus qu'à l'état de vestige (*Ped.*).

Quant aux éléments contenus dans ces zooglées parfaites, ils ne diffèrent guère, et pour la forme et pour le mode de groupement, de ceux que nous avons décrits (p. 78), dans les petites zooglées du début (fig. 13, — Pl. III). On en peut juger par les fig. 24 et 25 (Pl. III), où sont dessinées les extrémités de deux digitations, renflées en massue, d'une même *Zoogloea ramigera*. En effet, d'une part, la segmentation apparaît plus active, au sommet des digitations, et d'autant plus qu'on approche de la gangue gélatiniforme superficielle (*Ge.*).—Contre cette enveloppe même, les éléments sont presque tous invariablement du type *Bacterium elliptique* ( $\gamma^4$ ).—D'autre part, les éléments diminuent de nombre, à mesure que l'on descend vers la base des digitations : ils sont aussi plus longs, et parfois en série moniliforme de 2, 3, 4 éléments (*A*). Parmi ces éléments, il s'en trouve (fig. 25) plusieurs du type courbe en *Vibrio* ( $\delta^1$ ) et d'autres en *Spirillum* ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ,  $\varepsilon^1_b$ ). — La figure 26 représente, à un plus fort grossissement, quelques-uns de ces éléments, pris au hasard dans une digitation.

Tel est l'ensemble et la succession régulière des stades qui constituent l'état zoogléique complet de *Cladothrix dichotoma*.

Ces différents stades, non-seulement nous les avons observés, côte à côte, mais, en outre, nous avons pris le soin d'en étudier l'évolution directe, sur un seul et même exemplaire. C'est ainsi, en particulier, que nous avons étudié le passage d'une des petites capsules d'un groupe en *tétrades*, au stade indiqué fig. 12; puis le passage du stade de la figure 12 aux stades des fig. 13, 14 et 15; enfin, le mode de ramification, sur deux digitations d'une seule et même zooglée.

Où et dans quelles conditions trouve-t-on les zooglées de *Clado-*



*thriv*? — En général, on les trouve en toute saison, pour peu que la putréfaction soit active. Dans nos vases à expériences, en plein hiver, à une température ne dépassant pas  $+ 10^{\circ}\text{C.}$ , avec des matériaux de putréfaction en grand nombre et une masse liquide peu considérable, l'état zooglèique se manifeste dès les premiers jours, mais ne progresse qu'avec lenteur. Il n'est guère complet qu'au bout de huit à quinze jours. Au bout de ce temps, on obtient, à la surface du liquide, une couche blanchâtre, épaisse peut-être de plusieurs millimètres, d'apparence gélatineuse, adhérente au vase, et interceptant complètement l'accès de l'air. On y trouve tout à la fois : des tronçons de rameaux isolés ou à l'état enchevêtré, des éléments isolés, mobiles ou non, passant par toutes les phases que nous avons décrites, pour constituer des zooglées de toutes tailles et à tous les stades.— Dans nos figures, nous n'avons représenté que de petites zooglées; mais il peut y en avoir de bien plus volumineuses, affectant d'ailleurs, et constamment, les mêmes aspects. — Quant à la forme *ramigera* typique, elle n'est pas toujours très commune. Nous l'avons obtenue surtout dans des liquides contenant des matières animales en putréfaction : d'abord, dans une macération d'ossements humains : puis, dans une eau chargée de matières organiques provenant d'un abattoir, et où se développaient, en grand nombre, des Oligochètes et des Vorticelles. — Dans nos cultures sur des algues, nous avons aussi obtenu de magnifiques zooglées. Toutefois elles n'évoluaient pas généralement jusqu'à la forme ramifiée typique et n'affectaient guère que la forme lobulée; mais, même à ce stade, la zooglée de *Cladothrix* a un aspect tellement différent de ce que l'on rencontre chez les autres Bactériacées, qu'aucune confusion n'est possible (1).

Quel est le sort de la zooglée? — Pour élucider cette question, nous avons établi deux sortes d'expériences.

(1) M. le Prof. BALBIANI a eu l'obligeance de nous communiquer des échantillons de Zooglées de *Cladothrix*, très bien conservés dans une solution aqueuse et glycinée de vert de méthyle très faible, stérilisée par du thymol. Il obtient ces Zooglées en suspendant, dans l'eau, des sachets de toile fine renfermant des morceaux de végétaux (en particulier des feuilles coupées de Mâche, *Valerianella olitoria*), qu'il fait ensuite bouillir pendant une heure environ. — En exposant le tout dans des flacons à l'air libre, on ne tarde pas à voir se déposer, sur toute la surface des sachets, une fine végétation hyaline, uniquement composée de Zooglées du type *remigera*.

Expérience A. — Dans la chambre humide décrite plus haut nous avons placé une *Zoogloea ramigera* complètement formée. Au bout de quarante-huit heures, sans l'intervention de la chaleur, nous avons vu les digitations se sectionner par petits groupes bactériens, et, après quatre à cinq jours, l'aspect primitif n'existait plus : on trouvait un grand nombre de petits essaims d'éléments bactériens, qui, acquérant un mouvement, se séparaient peu à peu les uns des autres, opérant ainsi la désagrégation complète de la zooglée.

Expérience B. — Dans une cellule en verre, du même type que précédemment, nous versons soit de la gélatine, soit de la gélose nutritive, stérilisée préalablement. On laisse le tout se refroidir et se solidifier sous la cloche humide, stérilisée au sublimé corrosif, dont on se sert en bactériologie, pour le développement des colonies sur plaques. Puis, onensemence la surface du milieu nutritif avec une mince parcelle de nos zooglées, à l'aide d'une aiguille de platine passée à la flamme. On recouvre le tout d'une lamelle couvre-objet stérilisée. Dans ces conditions, en tâtonnant un peu, on finit par trouver une portion de zooglée assez mince pour en distinguer à la fois la membrane d'enveloppe et les éléments qui y sont contenus. En moins de 12 heures, rarement de 36 à 48 heures, à la température de 20° à 25° C., nous avons pu voir ces éléments acquérir peu à peu des mouvements, et en même temps la membrane des zooglées devenir de moins en moins perceptible, puis se fondre complètement dans la gelée nutritive et ambiante. Les éléments libres alors, et dont les mouvements s'étaient considérablement accrus, débordaient complètement des anciennes limites des zooglées, dont on ne pouvait plus distinguer, dès le deuxième jour, les contours auparavant si nettement caractéristiques.

Ainsi, la zooglée, transplantée d'un milieu dans un autre, se désagrège, et donne émission à ses éléments, qui deviennent mobiles, et reprennent leur existence à l'état dissocié. Donc : l'état zoogléique naît de l'état de dissociation, pour retourner à l'état de dissociation. Autrement dit, et comme conséquence encore : l'état zoogléique est une phase d'arrêt ou d'attente, et aussi de protection, pour des élé-

ments qui, sans cet état, seraient infailliblement destinés à périr sous les efforts de la putréfaction. On sait, en effet, depuis longtemps, qu'il existe un moment où la putréfaction cesse d'être un terrain de culture pour les Bactériacées, et où, dans les liquides, on ne trouve plus d'éléments bactériens vivants, tout au moins à la surface : ils sont tous tombés au fond, en subissant un travail particulier de dégénérescence.

L'état zooglèïque commence à se manifester, quand les filaments commencent eux-mêmes à se dissocier en tronçons, ou à s'entrelacer, à l'état enchevêtré, ou bien encore quand les gaines se chargent de pigment ocreux. Il est presque exclusivement limité à la surface, et, par conséquent, il recherche l'oxygène de l'air. Il augmente en même temps que la putréfaction, et atteint son maximum de développement quand la putréfaction est à son apogée, c'est-à-dire quand tous les êtres vivants, végétaux ou animaux, des liquides de culture ont péri. Dès lors, la pellicule gélatiniforme de la zooglée couvrira, comme d'un voile, toute la surface du liquide. Si on ne la transpose pas, les éléments qu'elle contient finiront par subir, à leur tour, la dégénérescence et la désagrégation dont nous venons de parler. Au contraire, transplantées dans un milieu favorable, les zooglées gélifient leurs membranes d'enveloppe, et mettent en liberté les éléments qu'elles avaient protégés jusque-là et qui vont de nouveau disséminer la plante.

On le voit : cet état de zooglée joue un rôle physiologique très important. La plante, sous cet état, semble attendre un milieu favorable, où elle puisse de nouveau s'accroître, produire des spores et développer ses touffes ramifiées.

Le fait que, chez *Cladothrix dichotoma*, la zooglée a, dans sa forme et son évolution, une allure morphologique si caractéristique, nous a fait penser que, peut-être, on trouverait, chez d'autres Bactériacées, un stade zooglèïque ayant également un cachet spécial et un développement particulier. — Déjà, ainsi que nous l'avons signalé (note 1, p. 80), chez *Beggiatoa roseo-persicina* Zopf, on observe une forme de zooglée caractéristique en *Clathrocystis*. — Si cette hypothèse se vérifiait, on pourrait être sur la voie d'un excellent caractère qui, joint à tous les autres déjà connus, formerait un ensemble de données précieuses pour la distinction des espèces bactériennes. Nous avons tourné nos efforts de ce côté, et l'on

verra, par la suite, qu'ils ont abouti à un certain résultat, puisqu nous avons été assez heureux pour démontrer l'existence d'une forme spéciale de zooglée constante, chez trois autres espèces, pareillement étudiées sous leurs différents états : *Bacterium osteophilum*, *B. Balbianii* et *B. parasiticum* (1).

### Formation et germination des Spores.

Les quatre états que nous venons de décrire, constituent le cycle évolutif de *Clad. dichotoma*.

Il nous reste toutefois, pour être complet, à étudier son mode de reproduction.

*Clad. dichotoma*, comme toutes les Bactériacées, se reproduit d'abord par simple segmentation transversale de ses éléments, procédé dont nous avons parlé souvent dans nos descriptions précédentes. Mais c'est là plutôt un mode de dissémination et d'accroissement, qu'un mode de reproduction, au sens exact du terme. Le véritable mode de reproduction de *Cladothrix* est celui qui s'opère au moyen de *spores endogènes*. Déjà, dans une première note (56), nous avons signalé ce mode de reproduction qui n'avait pas encore été observé, chez *Cladothrix*. ZOPF, en effet, l'a méconnu; et DE BARY, se basant sur les conclusions de ZOPF, range *Cladothrix* dans son groupe des *Arthrosporées* (35). Chez ces dernières, ce sont les éléments eux-mêmes, non modifiés dans leur structure, qui se comporteraient comme des spores, et germeraient comme elles, pour donner des filaments. Ce mode de reproduction, que l'on a comparé au mode de reproduction par *gonidies*, serait celui d'un grand nombre de Bactériacées, telles que : *Leuconostoc mesenteroïdes*, *Bacterium Zopfii*, *B. merismopedioides*, *Crenothrix Khüniana*, *Beggiatoa alba* et *roseopersicina*, enfin *Cladothrix dichotoma*.

(1) L'idée que nous émettons ici de l'importance des caractères morphologiques tirés de la forme des zoogléas a également frappé différents auteurs. TRELEASE (607), dans son étude sur différentes Bactériacées chromogènes, conclut que la disposition morphologique des zooglées donne toujours des signes suffisants pour la distinction des espèces. AMRUSCH (9) est d'un avis semblable, au sujet des masses zoogléiques de *bacilles tuberculeux*, trouvées par lui dans les sécrétions pathologiques des phthisiques.



Chez ces différentes espèces, l'élément de forme arrondie *coccus* ou *micrococcus*, germerait directement, sans modification de nature, en un nouvel individu.

L'ensemble des études que nous poursuivons, depuis l'année 1885, sur *Cladothrix dichotoma*, nous permet d'affirmer que cette Bactériacée se reproduit par *spores endogènes*, comme les autres Bactériacées chez lesquelles ce phénomène a été le mieux observé.

Dans les cultures de *Cladothrix*, à air libre, et à une basse température (ne dépassant pas  $+ 10^{\circ}$  C.), la formation des spores dans les filaments végétatifs n'apparaît qu'assez tard. Et même, comme déjà nous l'avons fait observer, s'il y a une grande quantité de liquide, et si la putréfaction est peu active, cette formation ne se manifeste pas. Il n'en est pas de même, quand la putréfaction s'accélère, soit par l'élévation de la température, soit par la diminution dans la quantité du liquide de culture. Alors on voit les touffes de *Cladothrix*, tout en gardant leur port caractéristique, devenir, au sein de leurs éléments constitutifs, le siège d'une série de modifications très importantes, aboutissant à la formation de spores endogènes. D'ailleurs, ce phénomène se produit aussi bien dans la profondeur du liquide qu'à la surface, quoiqu'il soit surtout fréquent dans ce dernier cas.

Étudions donc un de ces filaments polycladés dont les éléments se modifient pour former des spores.

Soit le filament polycladé représenté fig. 1 (pl. iv). Nous voyons d'abord que l'aspect général est identique à celui que nous avons décrit plus haut : ramification primaire en  $A^1B^1$  et  $a^1b^1$ , et secondaire en  $A^2B^2$ , cette dernière se faisant du côté interne de  $A^1B^1$ .— La base du rameau principal diffère notablement en épaisseur des extrémités libres des rameaux dérivés. A la base également, on voit que les éléments sont contenus dans une gaine interne (*Gi*), qui commence à s'épaissir et qui est figurée ici par un double trait.

Si l'on étudie la structure de ces éléments, de la base des filaments jusqu'au sommet, on observe les modifications suivantes :

A la base, on trouve bien encore des éléments à protoplasma homogène et continu, dans toute l'étendue de chaque élément : des *Leptothrix*, tels que  $\alpha^1$ , des *Bacillus*, tels que  $\beta^1$  ; mais à mesure que l'on gagne l'extrémité supérieure, on voit, au contraire, le protoplasma subir des changements de plus en plus importants.

La première de ces modifications consiste en une rétraction du protoplasma, qui abandonne d'abord les deux extrémités, supérieure et inférieure, de l'élément, pour se rassembler, au centre, en une masse de coupe rectangulaire. Les deux extrémités ainsi abandonnées par le protoplasma ne renferment plus maintenant qu'un contenu hyalin, clair, se colorant à peine ( $\beta^1_a$ ). En second lieu, cette masse centrale s'étrangle, vers son milieu, en forme de biscuit ou de sablier ( $\beta^1_b$ ), pour se diviser bientôt en deux petites masses, également de coupe rectangulaire, et toujours contenues dans un seul et même *Bacillus* ( $\beta^1_c$ ). Ces deux masses, à leur tour, s'étranglent chacune en son milieu, arrondissent leurs angles et leurs contours ( $\beta^1_d$ ), et finissent par se séparer complètement ( $\beta^1_e$ ). Alors on a un élément en *Bacillus* renfermant quatre corpuscules sphériques, *cocciformes* ( $\theta$ ), placés bout à bout.

A mesure qu'on approche davantage de l'extrémité supérieure d'un rameau de  $x$  en  $B^1$  ou en  $b^1$ , on passe à l'élément en *Bacterium*, qui, dans sa rétraction protoplasmique, suit les mêmes phases que l'élément en *Bacillus*. C'est ainsi que, dans la partie médiane du rameau, on a des éléments en *Bacterium* longs ( $\gamma^1$ ), où le protoplasma abandonne les deux extrémités pour se contracter en une masse centrale, de coupe rectangulaire ( $\gamma^1_a$  analogue à  $\beta^1_a$ ). Puis, cette masse s'étrangle en biscuit ( $\gamma^1_b$  analogue en  $\beta^1_b$ ), se scinde en deux masses secondaires ( $\gamma^1_c$  analogue à  $\beta^1_c$ ), lesquelles, par nouvelle segmentation, et en arrondissant leurs angles et leurs contours ( $\gamma^1_d$  analogue à  $\beta^1_d$ ), deviennent des *Bacterium* à quatre corpuscules sphériques cocciformes ( $\gamma^1_e$  analogue à  $\beta^1_e$ ). Ce qui se produit pour les éléments en *Bacterium* long, peut se répéter pour les éléments en *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ). On trouvera donc, chez ces derniers, les phases successives de segmentation et de contraction de la masse centrale, d'où les formes  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$ ,  $\gamma^2_c$ ,  $\gamma^2_d$  (1), analogues aux formes précédentes  $\gamma^1_a$ ,  $\gamma^1_b$ ,  $\gamma^1_c$ ,  $\gamma^1_d$ . Toutefois, les éléments devenant de plus en plus courts, on ne pourra trouver, au maximum, et en dernière analyse, dans l'élément en  $\gamma^2$ , que trois corpuscules cocciformes ( $\gamma^2_e$ ).

Quant à l'élément en *Bacterium* court ( $\gamma^3$ ), il passera par les

(1) Ces deux dernières formes ( $\gamma^2_e$  et  $\gamma^2_d$ ) sont représentées fig. 2, Pl. iv.

phases  $\gamma^3_a$ ,  $\gamma^3_b$  ....., analogues à  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$  ....., mais son diamètre longitudinal étant encore moins étendu qu'en  $\gamma^2$ , il ne peut guère fournir qu'un seul corpuscule cocciforme ( $\gamma^3_c$  analogue à  $\gamma^2_c$ ). Enfin, l'élément elliptique  $\gamma^4$  provenant de la segmentation d'un *Bacterium* de moyenne longueur (voir les phases successives de cette segmentation :  $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_{//}$ , fig. 2, Pl. IV), qui arrondit ses contours et ses angles, ne renferme également qu'une masse cocciforme.

Cette dernière forme est celle des éléments qui sont au sommet des filaments. Ils ont tous, en leur centre, un corpuscule sphérique cocciforme (0), de plus en plus susceptible de se colorer, à mesure qu'on atteint l'extrémité du filament. Sur la fig. 2 (pl. IV), on peut étudier ces transformations successives de la masse protoplasmique centrale en corpuscules cocciformes, à un plus fort grossissement (1600 D.) à l'aide de l'objectif à immersion homogène n° 12 (VÉRICK) et du condensateur ABBE. On y voit les détails sur lesquels nous venons de nous arrêter : on voit, en outre, le passage du corpuscule cocciforme (0) à la spore (0<sup>1</sup>) arrondie également, mais plus volumineuse, et à contour plus épais. Enfin, dans la partie supérieure du filament, on peut remarquer des éléments elliptiques, très volumineux, larges de  $2\mu$  et même plus, à une ou deux spores, qui ne sont autres que des *Bacterium* de moyenne longueur, ayant arrondi leurs contours, par suite de la laxité de la gaine filamenteuse (1). Cette gaine est même devenue tellement lâche et ténue, que, en  $a$ , elle ne se montre plus que sous forme de mince traînée flagelliforme, et que les éléments  $\gamma^5_d$ ,  $\gamma^5_e$ , sont presque libres. En 0<sup>1</sup><sub>a</sub>, on peut voir une spore isolée, occupant un renflement de cette traînée flagelliforme.

Les éléments elliptiques mono- ou di-sporés que nous venons de décrire, et que l'on peut considérer comme de véritables *sporangies*, ne sont pas les seuls éléments sporifères que l'on rencontre dans les filaments végétatifs. Les éléments en *Bacillus* et en *Bacterium* de toute longueur décrits plus haut, et renfermant un plus ou moins grand nombre de corpuscules cocciformes, peuvent devenir autant de sporangies, par la simple transformation de ces mêmes corpuscules en spores. Nous avons fréquemment observé de vieux fila-

(1) Dans des cas exceptionnels, on voit des chapelets d'éléments sporifères elliptiques bien plus volumineux, et dont le diamètre transversal peut aller jusqu'à  $2,5\mu$ ,  $3\mu$  et  $3,5\mu$ .

ments polycladés, à gaine fortement ocreuse à leur base, et dont tous les éléments des extrémités libres, non envahies par le pigment, étaient chargés de spores.

Il n'y a pas que les filaments végétatifs qui produisent des sporanges. On trouve très souvent des tronçons de filaments, dissociés, quelquefois très longs, dont les éléments renferment un nombre plus ou moins grand de spores suivant leur longueur. Tel est le tronçon représenté dans la figure 3 (pl. IV), au même grossissement que dans la figure 2. La partie supérieure est formée de quatre sporanges en forme de *Bacterium* long ( $\gamma^1_A$ ,  $\gamma^1_B$ ,  $\gamma^1_C$ ,  $\gamma^1_D$ ), dont les deux derniers ( $\gamma^1_C$  et  $\gamma^1_D$ ) commencent à jouer l'un sur l'autre, et sont sur le point de se détacher. Deux d'entre eux ( $\gamma^1_A$  et  $\gamma^1_D$ ) renferment quatre spores ( $\theta^1$ ); les deux autres, cinq chacun.

Enfin, les éléments isolés, libres et mobiles, détachés des filaments végétatifs, qu'ils soient de forme rectiligne, courbe ou spiralee, peuvent, à leur tour, devenir des sporanges.

La figure 10 ci-jointe représente différentes formes d'éléments libres et mobiles, qui sont des sporanges : le nombre de leurs spores

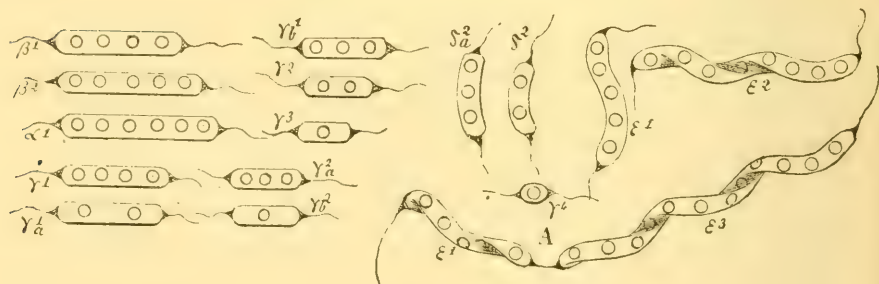


Fig. 10.

varie avec la longueur de l'élément. Les sporanges de forme courbe et spiralee surtout sont très intéressants; car, jusqu'ici, on n'a guère signalé la formation de spores endogènes, dans des éléments de forme courbe ou spiralee, que chez *Vibrio rugula* (PRAZMOWSKI (511)), *Spirillum amyliiferum* (VAN TIEGHEM (594, 595)),



*S. endoparagogenicum* (SOROKIN (577)), *S. roseum* (MACÉ (393)).

Dans tous les cas, quelle que soit la forme et quels que soient les diamètres du sporange, la spore, véritable spore durable (*dauer-spore* des Allemands) a une forme et un volume constants. C'est une masse arrondie, de  $1\mu$  de diamètre, très réfringente, et à membrane d'enveloppe, ou *exospore*, épaisse et foncée. En un mot, on retrouve là tous les caractères que l'on assigne aux spores des autres Bactériacées. On le voit, il y a une certaine différence entre cette spore et le corpuscule cocciforme d'où elle dérive, lequel est sombre, à membrane d'enveloppe peu épaisse, et de  $0,7$  à  $0,8\mu$  de diamètre.

Le mode de formation des spores, chez *Clad. dichotoma*, ne diffère pas sensiblement de celui décrit chez d'autres Bactériacées, telles que *Bacillus amylobacter* par VAN TIEGHEM (596), *Bacillus ulna* par PRAZMOWSKI (511), *Bacillus anthracis* par R. KOCH (332) et EWART (205), *Bacillus megaterium* par DE BARY (34), *Bacillus carotarum*, *B. tumescens*, *B. inflatus*, *B. ventriculus*, *B. alvei*, *B. brassicæ*, par A. KOCH (331), etc.

Les auteurs qui ont étudié la formation des spores, dans ces différentes espèces, ont tous observé, à quelques détails près, les transformations suivantes de l'élément bactérien évoluant vers le sporange :

1° Augmentation du volume de cet élément, qui, dans le cas d'une spore unique et centrale, peut prendre l'aspect fusiforme (*Clostridium*), ou bien, si la spore se forme à une des extrémités, la forme en têtard (*Urocephalum*);

2° Rétraction du protoplasma vers le point où doit se former la spore.

3° Formation proprement dite d'une seule spore, soit au centre, soit à une des extrémités, ou de plusieurs spores, à l'intérieur de l'élément, par augmentation du volume de la masse protoplasmique centrale, avec épaissement de sa membrane d'enveloppe, et réfringence plus accentuée de son contenu.

Le mode de formation des spores, tel que nous venons de le décrire, chez *Clad. dichotoma*, ne peut être étudié d'une façon satisfaisante qu'à l'aide de réactions spéciales, et surtout avec un grossissement et un éclairage suffisants. L'usage des réactifs colorants (si utiles en bactériologie, quand on sait les manier avec discerne-

ment), l'emploi d'un objectif à immersion homogène et l'éclairage perfectionné d'ABBE sont ici indispensables.

Si l'on étudie, dans son état naturel, un filament en voie de former des spores, et dont la gaine n'est pas trop épaissie, ni trop colorée par le pigment olivâtre dont sont imprégnées même les gaines les plus jeunes, on ne peut distinguer, quel que soit le grossissement, que des chapelets de corpuscules cocciformes, succédant ou entremêlés à des masses de forme rectangulaire; la paroi des éléments ne se distingue pas.

Un premier réactif, nullement colorant celui-là, nous a servi à déceler cette paroi des éléments sporigènes, et à nous convaincre que les corpuscules cocciformes ne sont que le résultat de la segmentation du protoplasma interne: ce réactif est l'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau (1). Si l'on fait passer une goutte de cette solution entre les deux lamelles, on voit, *instantanément*, apparaître tous les détails que nous venons de signaler: corpuscules cocciformes, parois de la gaine interne, parois des éléments, toutes ces images, jusque-là invisibles ou confusément appréciables, se distinguent maintenant avec une netteté remarquable. L'acide sulfurique a simplement éclairci la préparation, en dissolvant probablement le pigment olivâtre de la gaine interne (2). Toutefois, pour avoir une bonne préparation, permettant une étude de longue durée, il est urgent de laver immédiatement, en faisant passer plusieurs courants d'eau distillée, jusqu'à ce que toute trace d'acide ait disparu. En effet, si on laissait trop longtemps la préparation au contact de cet agent chimique, non-seulement les filaments finiraient par se dissocier, mais encore il se formerait une sorte de précipité nuageux qui obscurcirait tout.

Ce procédé à l'acide sulfurique est excellent pour étudier à des grossissements relativement faibles, avec les objectifs dits *à sec*. Mais, avec les objectifs à immersion homogène et l'éclairage d'ABBE,

(1) L'acide sulfurique pur est trop actif, et dissocie rapidement les filaments; tandis que, avec l'acide convenablement étendu, la situation des éléments à l'intérieur des filaments et le port même de ces filaments sont conservés.

(2) L'action dissolvante si rapide de l'acide sulfurique nous porte à croire que la matière qui incruste la gaine de *Clad. dichotoma* consiste principalement en sels de chaux. Cette précipitation des sels de chaux serait comparable, d'après M. MACÉ (392), qui l'a également observée, à celle que *Leptothrix buccalis* détermine sous forme de tartre dentaire.

la réfringence des éléments, jointe à l'intensité de la lumière, empêche de distinguer avec netteté la limite des éléments qu'on observe. C'est alors que l'emploi des colorants à base d'aniline, devient indispensable. Nous avons essayé ceux dont on se sert le plus ordinairement, en bactériologie, c'est-à-dire : la vésuvine, la fuchsine, le violet de méthyle 5 B, le violet de gentiane et le bleu de méthylène. De tous ces réactifs, la vésuvine, la fuchsine et le violet de méthyle nous ont donné les meilleurs résultats. Nous les avons employés, à l'état de solution aqueuse plus ou moins étendue. La vésuvine est un réactif excellent pour obtenir une faible coloration permettant de voir certains détails qu'une trop forte coloration empêcherait de bien délimiter. Les deux autres réactifs colorent davantage ; et, en général, il ne faut se servir que d'une solution très étendue, surtout si l'on désire voir nettement la mince paroi des éléments à l'intérieur desquels doivent se former les spores. Dans tous les cas, si on n'a pas le soin d'éclaircir préalablement la préparation, au moyen de l'acide sulfurique, par exemple, le bénéfice que l'on peut retirer de l'emploi de ces différents réactifs seuls, pour l'étude de la formation des spores, est presque nul. En effet, ou bien la solution est trop forte, et tout l'élément se colore uniformément : ou bien elle est trop faible, et les corpuscules cocciformes, qui, de toutes les parties constituant les éléments, sont celles qui possèdent le degré maximum d'élection pour les couleurs d'aniline, sont seuls apparents, tandis que les parois des éléments sont à peine visibles. On le voit, et nous le répétons, l'emploi des couleurs d'aniline, dans le cas particulier de *Clad. dichotoma*, est d'un manière assez délicat ; et quiconque n'est pas familiarisé avec la variabilité de leur action, s'expose à des erreurs d'interprétation assez graves.

Mais si, préalablement, on éclaircit les filaments par le procédé à l'acide sulfurique que nous venons de décrire, il suffit, après avoir lavé la préparation, de faire passer, entre les deux lamelles, un courant de solution de vésuvine, de violet de méthyle ou de fuchsine. On lave de nouveau pour chasser l'excès de matière colorante, et on peut observer les mêmes détails qu'après le traitement par l'ac. sulfurique seul, mais, cette fois, fixés par la matière colorante, et susceptibles d'être examinés à l'aide de l'éclairage d'ABBE.

Un autre réactif nous a permis de déceler à la fois les corpuscules

cocciformes et les parois des éléments : c'est l'iode, réactif dont nous avons déjà eu plus haut l'occasion de montrer l'importance, dans les recherches bactériologiques. Ce réactif a, d'ailleurs, été utilisé par les premiers investigateurs qui se sont occupés des Bactériacées. Non seulement l'iode se porte sur les parois des filaments et sur celle des éléments ; mais il possède, en outre, une élection bien plus accentuée encore pour le protoplasma, qu'il colore d'autant plus que ce protoplasma est plus condensé, et, pour ainsi dire, plus actif.

C'est ainsi que, dans les filaments à protoplasma homogène et continu, il colorera bien plus fortement les éléments du sommet, où le travail de segmentation est le plus actif, que les éléments de la base, plus anciens, et où la segmentation est arrêtée depuis longtemps. Dans les éléments en voie de former des spores, il se portera avec une intensité plus grande encore sur la partie centrale du protoplasma ; et finalement, il présentera son maximum d'élection pour les corpuscules cocciformes.

Si donc on fait agir sur un filament à éléments sporigènes une goutte de la solution iodo-iodurée dont nous avons déjà parlé (Voir p. 32, note 1), on verra : en dehors de la gaine interne, nettement accusée, les éléments de forme variable tels que nous les avons décrits, et dont le contour est marqué par une fine ligne brun-clair ; puis, au centre, les corpuscules cocciformes, colorés au maximum en brun très foncé, presque noir, tranchant ainsi fortement sur le reste du protoplasma, à peine teinté. Ces différents degrés d'élection de l'iode pour les différentes parties d'un seul et même élément, en font un réactif des plus précieux pour les recherches délicates de la bactériologie. Malheureusement, l'iode étant très soluble, cette réaction est très fugace, et on ne peut guère l'utiliser que pour une étude passagère ou de courte durée. Nous avons cependant essayé de fixer, pour ainsi dire, cette réaction de l'iode, et nous y sommes arrivé par un procédé qui diffère peu de celui de GRAM (262). Il suffit, pour cela, de colorer d'abord avec une couleur d'aniline quelconque, en solution aqueuse étendue, puis de laver à plusieurs reprises, et ensuite de faire agir l'iode. On obtient alors des préparations définitives, susceptibles d'une étude de longue durée, et pouvant se conserver.

Si l'on désire une coloration, non pas plus intense, mais plus durable : après avoir fait agir une couleur d'aniline, la vésuvine,



par exemple, on fait passer une goutte d'une autre solution colorante, de violet de méthyle 5 B., je suppose : puis on fixe, par l'iode, comme nous venons de l'indiquer. Les préparations obtenues par ce dernier procédé, se conservent intactes et très longtemps (1). Quant au milieu conservateur, après avoir expérimenté les différents milieux recommandés aujourd'hui, tels que le montage dans la solution concentrée d'acétate de potasse, ou dans le baume du Canada dissous dans le xylol, etc., nous les avons abandonnés, les uns après les autres, et nous nous sommes arrêté au procédé suivant :

Après avoir fait agir l'iode, pendant une ou deux minutes, on déplace et remplace ce liquide par une goutte de glycérine saturée, de la solution iodo-iodurée (2). On aspire l'excès de glycérine, et on ferme la préparation.

La glycérine seule, on le sait, est un puissant décolorant des éléments bactériens, traités d'abord par une couleur d'aniline : de là, l'impossibilité de les conserver, dans ce milieu. En saturant la glycérine d'iode, et en la faisant agir sur des éléments qui, après avoir été colorés par une couleur d'aniline, ont subi également l'action de l'iode, il est probable que la solubilité de l'iode se trouve par là même arrêtée. Ainsi donc, d'une part, en fixant les couleurs d'aniline par l'iode, on arrive à utiliser deux excellents réactifs, qui, isolément, ne donnent que peu de résultats ; et, d'autre part, en saturant la glycérine d'iode, on utilise, pour le montage des préparations, le meilleur milieu conservateur connu, en micrographie.

Nous avons cherché si d'autres matières colorantes, en dehors des couleurs d'aniline, pouvaient fixer les parois des éléments et les corpuscules cocciformes. Nous avons trouvé, dans l'hématoxyline, un réactif qui, sans valoir les précédents, nous a été néanmoins utile pour contrôler les résultats obtenus par les autres procédés. Après avoir éclairci la préparation par l'ac. sulfurique convenablement étendu, comme précédemment, on fait agir une goutte de la solution d'hématoxyline de RANVIER. On laisse les éléments s'imprégner de la matière colorante, pendant 24 heures ; puis, on monte

(1) Ce procédé permet même de colorer les spores de *Clad. dichotoma*. L'exospore, avec l'iode et le violet de méthyle, par exemple, se colore en violet noir très foncé ; et le centre, tout en gardant sa réfringence, se colore en violet pâle.

(2) Ce liquide s'obtient en mélangeant parties égales de glycérine et de la solution iodo-iodurée de RANVIER.



dans la glycérine saturée d'hématoxyline. La paroi des tubes, celle des éléments et les corpuscules cocciformes, sont colorés en violet (1).

Enfin, par le procédé suivant, on peut obtenir une double coloration. Après avoir éclairci la préparation, au moyen de l'acide sulfurique étendu, et l'avoir lavée, on fait passer un courant de solution étendue de bleu de méthylène ; puis, on lave de nouveau, et on fait pénétrer entre les deux lamelles, une goutte de la solution iodo-iodurée. Le bleu se porte sur les parois des filaments et des éléments, tandis que les corpuscules cocciformes, qui fixent à la fois l'iode et le bleu de méthylène, se colorent en vert foncé, et le reste du protoplasma se colore en bleu très clair. Cette double coloration n'a qu'un inconvénient, c'est qu'elle est très fugace, et, par suite, ne peut se conserver.

Tels sont les différents procédés qui nous ont permis de constater

(1) Ce procédé de coloration à l'hématoxyline, qui nous a servi pour déceler la nature des *corpuscules cocciformes*, et que nous avons signalé, dès 1885 (56), a servi dernièrement à P. ERNST (199) pour démontrer la présence de corps nouveaux, d'après lui à l'intérieur des éléments bactériens. Ces corpuscules préluderaient à la formation des spores et mériteraient pour cette raison, le nom de *noyaux sporigènes*. On le voit, ce sont les analogues de nos *corpuscules cocciformes*. P. ERNST décrit et figure ces noyaux chez un certain nombre de Bactériacées, telles que : *Bacillus fluorescens*, *B. butyricus*, *B. cyanogenus*, *B. tuberculosis*, *B. pseudosubtilis*, *B. typhiabdominalis*, *B. megaterium*, *B. xerosis*, etc. Il se peut que quelques-uns de ces noyaux soient réellement les précurseurs des spores. En cela, il serait d'accord avec presque tous les auteurs qui admettent la rétraction du protoplasme sous forme d'une sorte de corpuscule précédant la formation de la spore. Ce qu'il appelle noyau n'aurait donc pas la valeur qu'il semble vouloir lui attribuer, en lui donnant toutes les qualités d'un véritable noyau cellulaire. D'autre part, il nous a semblé, d'après les figures mêmes de l'auteur que plusieurs de ces noyaux, en raison de leurs dimensions variables, de leur disposition irrégulière à l'intérieur des éléments, et surtout de leur situation dans des éléments à coup sûr hypertrophiés et déformés, ressemblaient beaucoup aux grains qui se colorent si énergiquement dans les éléments où s'élabore cette sorte de dégénérescence. Nous les décrirons nous-même plus loin, chez *Clad. dichotoma*. Il en serait à peu près de même, d'après BÜCHNER (97 bis) et FRUHL (498 bis), pour les corpuscules situés à chaque extrémité des bâtonnets de la fièvre typhoïde et décrits comme des spores par GAFFRY (235). Ce serait des productions artificielles déterminées par le mode de coloration, ou des corpuscules en voie de régression.

Il y a lieu de rapprocher les *corpuscules cocciformes* que nous venons de décrire, et les *noyaux sporigènes* de ERNST, des granules analogues signalés, en 1886, par KUNSTLER (347), chez *Spirillum tenue*, et qui, pour lui, seraient des spores ou mieux des *Kystes monosporés*. Parmi les procédés de coloration qui lui ont permis de les déceler, il est intéressant de noter que c'est également l'hématoxyline (additionnée de glycérine et d'acide chromique) qui lui a donné un des meilleurs résultats.

et de suivre la formation des spores endogènes, chez *Clad. dichotoma*. Sans l'éclaircissement préalable des filaments, et sans l'emploi de forts grossissements et d'un bon éclairage, il est presque impossible de voir la paroi des éléments, dont l'existence est si importante à constater, pour juger de la véritable nature des corpuscules cocciformes. Et cependant, même sans les réactions spéciales que nous venons d'indiquer, et même à un faible grossissement, il est aisé de *deviner* ou de *soupçonner*, que ces corpuscules cocciformes ne sont pas indépendants, dans l'intérieur des filaments.

Si l'on se reporte à la fig. 6 (Pl. 1), par exemple, de l'ouvrage de Zopf (660), on voit des groupes de deux, trois, quatre, cinq, etc... *cocci* (comme il désigne nos corpuscules cocciformes), manifestement séparés les uns des autres par des intervalles plus ou moins considérables, et ne se suivant pas en une seule série moniliforme et ininterrompue. Si Zopf avait employé notre procédé, il aurait certainement constaté, précisément dans ces intervalles, l'existence des cloisons de séparation des éléments, et il aurait pu s'assurer que ses *cocci* ne sont que le résultat de la rétraction et de la segmentation du protoplasma interne, en voie de devenir des spores.

On comprend maintenant pourquoi nous n'employons pas le terme de *cocci*, pour désigner ces corpuscules spéciaux qui évoluent vers la spore. En effet, le terme *Coccus* ou *Micrococcus* (1) s'applique, pour nous, à un élément bactérien tout entier, résultant de la segmentation d'un *Bacterium court* en deux éléments nouveaux, à contours complètement arrondis. Les corpuscules cocciformes, au contraire, n'ont point du tout la même valeur morphologique, puisqu'ils résultent de la segmentation du protoplasma interne d'un élément bactérien, pour former, à l'intérieur de celui-ci, des masses sphériques particulières, qui, en se modifiant, deviendront des spores.

Nous allons maintenant étudier la germination des spores de *Clad. dichotoma*. Ce phénomène se produit, le plus souvent, à la surface même du liquide de culture, c'est-à-dire au contact de l'oxygène de l'air, ou bien dans la zone des filaments d'algues les plus rapprochés de la surface. Les spores s'échappent des filaments, en général, quand elles ne sont encore qu'à l'état de corpuscules

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 23).

cocciformes, et incluses dans leurs éléments générateurs. Finalement, la plupart de ces éléments sporigènes, isolés et mobiles, que nous avons déjà décrits (p. 90), de taille et de forme les plus diverses, se segmentant de plus en plus, viennent à la surface du liquide, et s'agrègent en petits îlots, renfermant un petit nombre d'éléments, la plupart en forme de *Bacterium* ou de *Diplobacterium* court, à un ou deux corpuscules cocciformes. Puis, les mouvements de ces éléments s'arrêtent; leurs minces parois subissent une sorte de gélification et de gonflement, se soudent entre elles, et se fondent les unes dans les autres. Il en résulte bientôt des essaims zoogléiformes, entourés d'une seule enveloppe gélatineuse, à l'intérieur desquels les corpuscules cocciformes se développent rapidement en spores, pour germer presque immédiatement. Toutefois, pour la germination des spores, il n'est pas indispensable que celles-ci s'agrègent en essaims tels que nous venons de le décrire. On peut rencontrer des spores isolées qui, après avoir quitté leurs éléments générateurs, germent, non seulement à la surface du liquide, mais encore sur toute espèce de corps organisés ou même minéraux (tels que les cristaux de carbonate de chaux, comme nous l'avons déjà fait remarquer). Mais c'est à la surface qu'il est le plus facile d'observer la germination des spores, parce que l'on peut, dans un même îlot zoogléiforme, observer toutes les phases de cette germination. Tel est celui que nous avons représenté fig. 4 (Pl. IV). On y voit quelques spores, à différents stades de leur germination, entourées chacune d'une capsule gélatineuse se confondant avec les capsules voisines, par leurs points de contact. L'ensemble représente une masse festonnée, dont chaque feston correspond à l'emplacement d'une spore. C'est de ces petits essaims zoogléiformes que vont naître des filaments monoclads, présentant l'apparence étoilée ou rayonnée dont nous avons parlé plus haut (p. 34).

Quant aux modifications que subit la spore elle-même, pour germer, nous allons les décrire, dans leur ordre de succession. En premier lieu, la spore, avec les caractères que nous lui avons reconnus, augmente en diamètre (de 1  $\mu$ , diamètre primitif, à 1.1 et 1.2  $\mu$ ); le contenu perd un peu de sa réfringence, et l'exospore, un peu de son épaisseur. En même temps, apparaît, appliqué contre l'exospore, un point qui se colore plus fortement que le reste, et que, en raison de ses propriétés, nous appelons *point germinatif* (Pg. 0<sup>1</sup><sub>a</sub>, 0<sup>1</sup><sub>b</sub>,



$\theta^1_c$ ,  $\theta^1_d$  — fig. 4 et 5, et  $\theta^1_e$  — fig. 5 — Pl. VI). C'est, en effet, de ce point que naîtra le futur filament primitif et générateur de la touffe de *Cladotricha*. Nous avons trouvé ce point germinatif, d'une façon constante, dans toutes les spores en voie de germination que nous avons observées. A ce premier stade de la germination ( $\theta^1_a$ , fig. 4 et 5, Pl. IV), succède bientôt un deuxième stade, non moins caractéristique. Au pôle diamétralement opposé au pôle occupé par le point germinatif, la spore, jusque là parfaitement sphérique, et entourée de l'exspore (*Ex.*), d'une épaisseur égale partout, semble se soulever en une sorte de calotte à contour plus ou moins arrondi (*Co*, in  $\theta^1_b$ , et  $\theta^1_e$ , — fig. 4 et 5, Pl. IV). Il en résulte que la spore, qui a encore augmenté sensiblement de volume, et perdu notablement de sa réfringence, présente maintenant un aspect des plus caractéristiques. Elle est divisée en deux parties bien distinctes. L'une de ces parties, inférieure et hémisphérique, renferme le *point germinatif* (*Py*); elle est entièrement limitée par le contour épais et foncé de la spore primitive, excepté sur la surface d'intersection qui la relie à la calotte supérieure; son contenu est moins réfringent que le contenu de la spore primitive, et se colore assez fortement; son diamètre atteint  $1,3 \mu$  à  $1,4 \mu$ . L'autre partie, supérieure, est représentée par la calotte à contour arrondi, que nous venons de décrire. Elle est hyaline, transparente, ne se distingue guère, à l'état naturel, et se colorant à peine, offre ainsi un certain contraste avec la partie inférieure. Elle se continuera plus tard avec la gaine externe des filaments; elle offre les mêmes réactions que cette dernière, et, par suite, à notre avis du moins, elle est de nature mucilagineuse. Sa base se confond avec celle de la partie inférieure, et son diamètre le plus large est égal à celui de cette dernière, moins l'épaisseur de l'exspore: soit de  $1,2 \mu$  à  $1,3 \mu$ . Sa hauteur est variable, puisqu'elle se développe de plus en plus, à mesure que la germination s'accroît. Néanmoins, avant l'apparition de tout rudiment de filament, cette hauteur atteint  $0,8 \mu$  à  $1 \mu$ : soit, pour la hauteur totale de la spore, à ce moment précis,  $1,8 \mu$  à  $2 \mu$ .

Ce stade, qui précède immédiatement la naissance du rudiment du premier filament, est si caractéristique, qu'on ne peut confondre, à ce moment, les spores de *Clad. dichotoma* avec aucune autre spore connue. Si, en effet, on le compare avec le stade correspondant,

chez les spores les mieux étudiées, celles de *Bacillus subtilis* et de *B. anthracis*, par exemple, on pourra juger de la différence. Chez *B. subtilis*, comme on le sait depuis BREFELD (92), et comme l'ont confirmé les travaux de PRAZMOWSKI (511), la spore elliptique, au moment de germer, ne présente plus d'épaississement de l'exospore, qu'aux deux extrémités du grand diamètre, dont l'intervalle devient hyalin ; et la germination se fait, entre ces deux points opposés, par un bourgeon à direction perpendiculaire à celle du grand diamètre. Chez *B. anthracis*, d'après les premières observations de R. KOCH (332), vérifiées également par PRAZMOWSKI (511 bis) et EWART (205), la spore, pareillement elliptique, conserve son exospore, dans toute l'étendue de son contour, excepté à l'une des extrémités de son grand diamètre. Enfin, chez *Clad. dichotoma*, la spore, arrondie, présente ces deux parties hémisphériques que nous venons de décrire : l'une plus grande à exospore épaisse ; l'autre, hyaline, par où se fera jour le germe du filament primitif.

Le troisième stade de la germination est marqué par l'apparition du premier rudiment filamenteux ( $\theta^1$ . — fig. 4 et 5, Pl. IV), ou *germe*. La spore, à ce moment, présente à peu près les mêmes caractères que dans le stade précédent, avec cette différence, que, de A en B, c'est-à-dire du point germinatif (A) au point diamétralement opposé (B), s'étend une masse protoplasmique, rudiment du premier élément bactérien, d'où dériveront tous les autres éléments constitutifs de la future touffe de *Cladotrix*. Ce qu'il faut noter, c'est la persistance du point végétatif, sous forme d'un point accentué, plus sensible aux agents colorants.

Dans les stades suivants, trois ordres de phénomènes se produisent simultanément, pour donner naissance au filament monoclade primitif.

1° La partie inférieure, à exospore épaisse, de la spore, augmente encore de volume (soit  $2\mu$  à  $2,1\mu$  de diamètre transversal, et éclaircit considérablement son contenu (Voir  $\theta^1_d$ ,  $\theta^1_e$ ,  $\theta^1_g$  — fig. 5, Pl. IV). En même temps, le reste de l'exospore s'affaisse de plus en plus, jusqu'à s'aplatir complètement, et former ce que nous avons appelé la *plaque d'attache* ( $Pa$ ), qui va servir de base à la touffe future. Le filament primitif A B se développe de plus en plus, poussant devant lui la calotte hyaline supérieure, et se divise bientôt en *Lep-tothrix* et en *Bacillus* ( $\alpha^1$ ,  $\alpha^2$ ,  $\alpha^2_a$  —  $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ ). Notons que le point

germinatif (*Pg*), qui, jusqu'ici, était tangent à la face interne de l'exospore, s'élève un peu vers le centre de la spore (Voir 0<sup>1d</sup> et 0<sup>1e</sup>). Il subsiste assez longtemps ; un certain intervalle le sépare du premier élément bactérien, jusqu'au moment où l'exospore s'affaisse complètement, et où le premier élément bactérien confond sa base avec la plaque d'attache (0<sup>1g</sup>).

2° La calotte supérieure, nous l'avons dit, poussée par le développement du filament même, suit ce filament dans son accroissement, l'entoure comme d'un manchon, et devient ainsi la gaine externe (*Ge*) (1).

Tels sont les stades successifs de la germination de la spore, chez *Clad. dichotoma*, et que nous pouvons résumer ainsi :

1° Augmentation du volume de la spore : diminution de sa réfringence, et de l'épaisseur de l'exospore ; — apparition du point germinatif, au pôle inférieur.

2° Division de la spore en deux zones hémisphériques : l'une, inférieure, plus volumineuse, conservant son exospore périphérique ; l'autre, supérieure, hyaline et transparente.

3° Entre les deux pôles, apparition du rudiment ou germe du filament primitif, dont la base naît du point germinatif, et dont le sommet pousse devant lui la calotte supérieure.

4° Aplatissement progressif de l'exospore, qui devient la plaque d'attache du filament primitif ; — accroissement et segmentation du filament primitif, en même temps qu'allongement de la calotte supérieure, qui entoure ce filament, et devient la gaine externe.

Avec l'étude de la germination des spores, nous avons terminé l'étude complète de *Clad. dichotoma*.

Mais, avant de la résumer, il nous faut dire quelques mots de cette *dégénérescence* particulière qui, à un moment donné, peut affecter

(1) Ce mode de germination des spores chez *Clad. dichotoma*, présente une grande analogie avec le mode de germination des spores chez certaines algues *Nostocacées*, et en particulier chez les *Nostoc*. Chez la plupart de ces derniers, en effet, la spore en germant se divise en deux parties hémisphériques : la supérieure s'amincit et se confond avec la glaire que sécrète le trichome primitif ; la partie inférieure, plus épaisse, ne disparaît que lorsque « le jeune *Nostoc* a pris quelque développement » (Voir principalement la description de la germination des spores chez *N. ellipsorum* RABENH, par M. BORNET (81). C'est un rapprochement de plus à faire entre la morphologie des Bactériacées et celle des algues *Cyanophycées*.

tous les éléments bactériens, quelle que soit leur forme, quelle que soit la période de leur développement à laquelle ils se trouvent.

Cette sorte de dégénérescence ne se produit, d'ailleurs, que dans des liquides de culture anciens, et où, pour ainsi dire, il y a un excès d'accroissement des filaments de *Cladothrix*. Il arrive alors que ces éléments, en partie, subissent, dans leur forme et leur constitution générales, des modifications profondes, de nature pathologique ; car elles ont pour terminaison la mort des éléments que la dégénérescence atteint.

Bien que cette dégénérescence puisse affecter des éléments jeunes encore, on la trouve surtout développée dans les vieux filaments, à gaines (interne et externe) épaissies, et encroutées de pigment ocreux. Elle peut se produire également dans les éléments isolés, libres, et dans ceux qui sont contenus à l'intérieur des zoogées ou des masses enchevêtrées.

Dans tous les cas, cette dégénérescence présente les caractères suivants :

1° *Hypertrophie* de l'élément, et amincissement correspondant de la membrane d'enveloppe.

2° *Déformation* totale ou partielle de l'élément, qui se caractérise par une irrégularité plus ou moins grande des contours.

3° Changement dans l'aspect et dans la densité du contenu de l'élément, qui devient hyalin, clair, se colore peu ou mal par les réactifs, et surtout, renferme de nombreuses *granulations* de nature particulière. Ces granulations sont disséminées dans toute l'étendue de l'élément, ou bien agglomérées en une masse centrale. Elles sont ordinairement arrondies ; mais elles peuvent affecter un contour irrégulier, par suite de la réunion de plusieurs petites granulations en une seule masse. La disposition la plus fréquente est la disposition trois par trois, en forme de trèfle. Leurs dimensions sont des plus variables, depuis les plus volumineuses, qui ont à peu près le diamètre des corpuscules cocciformes, jusqu'à  $0,1\mu$  et même moins. On peut voir ces différentes formes d'éléments granulés, fig. 6, 7, 8 et 9. (Pl. IV).

En général, cette dégénérescence est moins active dans les éléments qui sont encore contenus à l'intérieur des filaments. Mais elle est poussée à l'excès chez certains éléments isolés (voir fig. 10),



soit vivant à l'état libre, soit agrégés en zooglées. La membrane développée devient alors tellement mince, le contenu tellement hyalin et transparent, que les granulations, qui sont douées d'une réfringence assez grande, se voient, même sans réactifs. C'est également dans ces derniers éléments, qui ne sont plus maintenus par les parois de la gaine interne des filaments, que la déformation est excessive. On en peut juger par les éléments rectilignes : *a. b. c. d. e. f. g... t* (fig. 9, Pl. iv).

Mais c'est surtout dans les éléments courbes et spirales que nous avons observé l'hypertrophie et la déformation les plus accentuées. Chez ces derniers (fig. 9 — Pl. iv, de *h* à *t*), on peut remarquer que l'hypertrophie va en augmentant, des extrémités vers le centre de l'élément, où elle est le plus active, et tellement prononcée parfois (en *i*, par exemple), que le renflement médian peut atteindre jusqu'à quatre et cinq fois le diamètre normal. On peut observer, en outre, dans ce dernier cas, l'existence, au centre de ces renflements médians, d'une vacuole (*vac.*) (1).

Enfin, à mesure que l'hypertrophie augmente, le contenu devient de plus en plus clair, et les granulations deviennent de moins en moins nombreuses.

On arrive ainsi à des formes telles que *r, s* et *t* (fig. 10 — Pl. iv), complètement immobiles, quoique possédant encore des cils, et réduites à l'état d'éléments tout à fait transparents, à protoplasma très clair, à membrane d'enveloppe très tenue, ne contenant plus de granulations, et hypertrophiés au maximum.

Quelle est la nature de ces granulations ? Tout d'abord nous ne les avons constatées que dans les éléments contenus à l'intérieur des filaments. Là, les éléments ont encore une enveloppe assez épaisse, qui empêche de les distinguer sans réactifs. On pourrait

(1) Cette formation de vacuoles, au sein du protoplasma des éléments bactériens, vacuoles qui ne se colorent généralement pas à l'aide des couleurs d'aniline, semble être un phénomène assez fréquent, chez les Bactériacées. Elle se produirait principalement, lorsque ces microorganismes se trouvent dans des milieux peu favorables à leur développement normal. C'est à elles que l'on doit en particulier, attribuer ces parties claires, alternant avec les parties colorées, que l'on remarque dans certains éléments bactériens, tels que les Bacilles de la tuberculose et de la lèpre et les Bacilles-virgules du choléra, et que quelques auteurs ont prises pour des spores. M. VIGNAL (618) vient de les constater également, chez *Bacillus mesentericus vulgaris*.

objecter que ces granulations sont le résultat d'un artifice de coloration.

Mais, plus tard, nous avons constaté leur présence, sans l'emploi d'aucun réactif, chez des éléments libres, dont la membrane d'enveloppe était devenue extrêmement mince. Donc elles existent réellement.

Étant donnée leur réfringence assez grande (surtout dans les éléments dont la paroi s'est fort amincie, et dont le contenu est devenu très hyalin), nous avons pensé, un moment, à des cristaux de soufre, analogues à ceux que l'on a signalés dans les *Beggiatoa*. Or, ces granulations ne se laissent influencer, ni par le sulfure de carbone, ni par un excès d'alcool absolu. On ne peut donc les considérer comme des granules de soufre. Les acides forts (sulfurique, azotique, chlorhydrique) ne les attaquent pas ; et il en est de même de la potasse et de la soude. Elles ne sont donc pas de nature cristallisée. — Enfin l'acide osmique les laisse complètement intactes : ce ne sont donc pas des gouttelettes huileuses, comme leur aspect et leurs volumes variés pourraient en suggérer l'idée.

Elles ont une élection particulière pour l'iode, et dans une proportion égale ou peut-être même supérieure à celle des corpuscules cocciformes. Elles s'aperçoivent moins bien distinctement avec les couleurs d'aniline, qui, colorant le tout, ne servent qu'à les masquer. Mais on les fait réapparaître, quand, après avoir coloré avec une couleur d'aniline, on fait passer un courant d'iode. Enfin, l'ac. sulfurique convenablement étendu les met en évidence également. On le voit : ces granulations offrent les mêmes réactions que les corpuscules cocciformes. Ajoutons à cela, que cette dégénérescence est très fréquente dans les éléments qui fabriquent des spores, quand, à côté d'éléments renfermant encore des corpuscules cocciformes ( $\gamma^1a$  — fig. 8, Pl. IV), on rencontre d'autres éléments à granulations, et surtout quand on peut voir à la fois, dans un même élément ( $\gamma^1a$  — fig. 7, Pl. IV), un corpuscule cocciforme (9) et des granulations (*Gr.*). Il est donc tout naturel que leur rapport intime avec les corpuscules cocciformes, se présente immédiatement à l'esprit.

Et réellement, nous pensons que ces granulations résultent de la division, de la fragmentation, des corpuscules cocciformes, dans des éléments déformés et hypertrophiés ; en un mot, elles dérivent des

corpuscules cocciformes, et sont, comme ceux-ci, de nature protoplasmique.

Nous croyons qu'on peut rapporter ces formes d'éléments dégénérés aux *Involutionsformen* des Allemands, qu'on observe dans un grand nombre de Bactériacées, et qui consistent aussi en des éléments fort hypertrophiés et déformés. Quant aux granulations protoplasmiques, qui accompagnent cette hypertrophie, nous croyons qu'ils ont une signification pathologique et sont les signes d'une sorte de *dégénérescence granuleuse*, entraînant la mort des éléments qui en sont atteints.

Tel est l'ensemble de nos études sur *Cladothrix dichotoma* que nous résumerons ainsi :

I. *Clad. dichotoma* parcourt, dans son cycle évolutif, quatre états bien distincts : l'état *filamenteux*, l'état *dissocié*, l'état *enchevêtré* et l'état *zooglèique*.

II. Ces différents états sont en rapport avec des circonstances et des conditions de milieu définies. Il en résulte que l'ordre de succession de ces différents états, n'a rien de fixe. C'est ainsi que, sous la moindre influence, soit d'un changement de température, soit d'une modification dans la nature du milieu, l'un ou l'autre de ces états peut faire défaut ; et la plante peut évoluer, par exemple, du premier au dernier, sans passer par les états intermédiaires.

III. L'état filamenteux est l'état végétatif par excellence.

Il comprend trois stades : le stade *monocladé*, représenté par un seul filament, dérivant directement de la spore ; le stade *bicladé*, où le filament primitif se divise en deux rameaux primaires, et le stade *polycladé*, où chacun des rameaux primaires donne des rameaux secondaires, tertiaires, etc.

IV. Les éléments constitutifs de ces filaments renferment un protoplasma homogène. Les éléments ont deux faces parallèles, et deux extrémités arrondies.

V. La ramification appelée improprement : *fausse ramification* se fait, en général, suivant cette règle : Tout rameau qui se sépare du rameau générateur, glisse le long de la face de ce dernier tournée vers l'axe central, passant par le filament primitif. Ces différents rameaux sont unis les uns aux autres par une gaine spéciale, gélatiniforme ou gaine *externe*.

Ce mode de ramification dont les rameaux sont contenus dans une même gaine gélatiniforme, rapproche *Cladothrix* de certaines Scytomémées (*Tolypothrix*, *Calothrix*).

VI. L'existence de formes variées, tant à l'intérieur des filaments qu'à l'état de dissociation ou de liberté, déjà signalée par Zopf, est conforme à la vérité. Ces différentes formes se ramènent à trois groupes principaux : formes rectilignes (*Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium*); formes courbes (*Vibrio*); formes spirales (*Spirillum*). Les formes décrites sous les dénominations de *Sp. undula* et *Sp. volutans* ne sont que des formes spirales de *Clad. dichotoma*, et, par conséquent, doivent être rayées de la nomenclature.

VII. L'état *enchevêtré* résulte d'un premier état de dissociation des filaments en tronçons plus ou moins longs, s'enchevêtrant les uns dans les autres.

VIII. L'état *dissocié* est le résultat de la mise en liberté des différents éléments qui constituaient les filaments. Ils peuvent être de toutes formes — En général, ces éléments sont actifs, et peuvent être munis d'appendices flagelliformes.

La forme en *Diplobacterium* est très fréquente, et se rapproche beaucoup de la forme *B. termo*. Vu la confusion et l'abus que l'on fait de ce dernier terme, et son identité spécifique n'étant pas dûment constatée, il y a également lieu de le supprimer de la nomenclature.

Des tronçons de filaments composés d'un plus ou moins grand nombre d'éléments disposés en chaînes ou *Streptobacterium*, peuvent également se détacher des filaments générateurs, et vivre indépendants, et à l'état mobile dans le liquide ambiant.

Ces différents éléments, qu'ils soient isolés, ou en *Diplobacterium* ou en *Streptobacterium*, après avoir vécu quelque temps à l'état dissocié, peuvent perdre leurs mouvements, se fixer aux corps envi-



ronnants, et reproduire de nouveaux filaments, en s'allongeant et se segmentant.

Ce mode de propagation est à rapprocher de celui qui s'opère, par le moyen des *hormogonies*, chez les Nostocacées.

IX. L'état *zooglèïque*, ainsi que CIENKOWSKI l'a fait pressentir et que ZOFF l'a démontré, a pour type la forme décrite autrefois sous le terme de *Zoogloea ramigera*. Mais avant d'arriver à cette forme définitive, la zooglée de *Clad. dichotoma* passe par une série de stades intermédiaires. La forme définitive ramifiée s'obtient par une double formation : 1° de sillons, 2° de vacuoles.

X. *Clad. dichotoma* se reproduit par *spores endogènes*. Le mode de formation des spores ne diffère pas notablement de celui qu'on a décrit pour les autres Bactériacées, où il est connu. La spore est sphérique, munie, au pôle inférieur, d'un point particulier, *point germinatif*, qui donne naissance au filament primitif. Au moment de germer, la spore a un aspect caractéristique : elle est formée de deux parties hémisphérique, l'une inférieure, à exospore épaisse ; l'autre supérieure, hyaline et transparente, que le germe ou filament primitif poussera devant lui, et qui formera la gaine externe.

XI. Les éléments variés de *Clad. Dichotoma* peuvent subir une hypertrophie particulière, avec production de granulations internes : phénomène pathologique, que nous désignons sous le terme de *dégénérescence granuleuse*.

---

## BACTERIUM BALBIANII, nov. sp. (1)

---

L'espèce que nous allons décrire maintenant, et que nous dédions à M. le Professeur BALBIANI, se distingue des espèces connues jusqu'ici, par trois caractères principaux :

1° Son *état zoogléique* de forme déterminée et constante :

2° La *couleur* jaune orangé qu'elle présente à certaines périodes du cycle de son développement ;

3° Sa *prédilection* pour les milieux salins, et, en particulier, pour l'eau de mer où se putréfient des algues marines.

Nous l'avons trouvée, en effet, dans l'eau de mer où macéraient, depuis quelques semaines, différentes algues marines, principalement des Laminaires et des Ulves. C'est à la surface de ces liquides qu'on la distingue aisément, aux masses plus ou moins volumineuses qu'elle forme, et qui varient, comme coloration, du jaune pâle au jaune orangé.

A l'examen microscopique, ces masses orangées, qui peuvent arriver à recouvrir toute la surface des liquides de culture, ne sont autre chose que des amas de Zooglées, au sens strict que nous attachons à ce terme. Elles sont dues à la réunion de petites capsules à enveloppe gélatiniforme, et plus ou moins arrondies, renfermant des éléments bactériens rectilignes et très ténus, ne dépassant pas  $1\ \mu$  à  $1,5\ \mu$  dans leur plus grand diamètre. Quand ces petites capsules deviennent confluentes, elles forment, en se rapprochant les unes des autres, des sinuosités et des circonvolutions qui finissent par donner à l'ensemble des Zooglées un aspect *cérébroïde* des plus nets et des plus constants. Nous allons revenir bientôt, et plus en détail, sur le mode de formation et le développement de cet état zoogléique, non encore étudié jusqu'ici, et qui suffit, presque à lui

(1) Voir le résumé de nos premières observations sur cette nouvelle espèce chromogène et marine (59).

seul, pour faire distinguer cette nouvelle Bactériacée de celles qui ont déjà été décrites et principalement des Bactériacées à coloration jaune plus ou moins accentuée. caractère qu'elle présente également au cours de son développement.

A l'état libre, nous l'avons rencontrée non-seulement à la surface des liquides où se putréfient des algues marines, mais encore sur des thalles mêmes de Laminaires et d'Ulves : elle est alors très reconnaissable, aux petites taches circulaires et orangées, dont elle parseme souvent la surface entière de ces thalles.

C'est, en partant de cet état zooglèique, tout à fait remarquable par ses caractères morphologiques, que nous sommes arrivé, à l'aide de cultures pures, et en variant la constitution même des milieux, à reconstituer le cycle évolutif à peu près complet de *B. Balbianii*.

Notre premier soin sera donc de décrire cet état zooglèique que nous prenons comme point de départ de transformations ultérieures, et tout d'abord d'indiquer la méthode dont nous nous sommes servi pour isoler la nouvelle bactériacée à l'état de pureté.

### ÉTAT ZOOGLÉIQUE.

Pour obtenir l'état zooglèique, à l'état de pureté, nous nous sommes servi de la méthode qui nous a paru la plus sûre, et en même temps la plus rapide, parmi celles qui sont actuellement usitées en Bactériologie. Le principe de notre méthode est le même que celui sur lequel est basé le *procédé mixte* de MIQUEL (423, 424).

On sait que ce procédé consiste à faire des dilutions étendues du liquide qui renferme la Bactériacée à étudier, dilutions au  $\frac{1}{100}$  ou même au  $\frac{1}{1000}$ , puis à ensemer et à répartir une goutte de cette dilution dans un milieu nutritif solide, préalablement liquéfié par la chaleur. Ce procédé réunit à la fois les avantages du principe du *fractionnement des germes*, qui est celui de l'École française, et celui du *triage* facile de ces mêmes germes, qui est celui de l'École allemande. Mais nous avons été obligé de renoncer à l'emploi de la gélatine nutritive, qui est le milieu de prédilection de cette dernière école. En effet, la gélatine se liquéfie trop rapidement, et à une température relativement basse (de 20° à 25° C.), et, d'autre part, sur ce milieu, les colonies (du moins celles de *B. Balbianii*) deviennent

trop rapidement confluentes, et englobent, en moins de vingt quatre heures, les colonies des autres Bactériacées étrangères. Il s'en suit que le triage des colonies qui appartiennent exclusivement à *B. Balbianii* est très délicat, avec l'emploi de la gélatine, et qu'il devient presque impossible d'avoir des cultures pures, par cette méthode. Enfin, sur la gélatine, nous n'avons jamais pu obtenir l'état zoogléique parfait, c'est-à-dire le groupement caractéristique des éléments en masses gélatiniformes et cérébroïdes. C'était une raison encore plus sérieuse pour nous faire abandonner ce procédé, puisqu'il nous privait du criterium morphologique que nous considérons comme essentiellement lié à la reconstitution future du cycle évolutif de notre Bactériacée. La *gélose* nutritive (1), au contraire, nous a présenté tous les avantages requis pour la culture de *B. Balbianii*, et en particulier de son état zoogléique. En effet, elle reste solide jusqu'à plus de 70° C., ne se liquéfie pas par le développement des colonies (ce qui retarde leur confluence), et permet, bien plus facilement qu'avec la gélatine, le triage de ces mêmes colonies; enfin, étant constituée presque entièrement par des algues marines, elle se rapproche beaucoup, comme constitution, du milieu dans lequel vit *B. Balbianii*, à l'état spontané.

En résumé, voici notre *modus faciendi* pour obtenir l'état zoogléique de *B. Balbianii*, à l'état de pureté :

1° A l'aide d'une aiguille de platine stérilisée à la flamme, on prend une parcellé aussi mince que possible des zooglées qui se développent dans les cultures à l'air libre, et on la dilue dans quelques centimètres cubes d'eau de mer stérilisée, contenus dans un tube à essai, en agitant fortement ce tube de façon à dissocier les petites capsules zoogléiques et à les disséminer au sein du liquide. D'après le trouble plus ou moins accentué de cette première dilution, on fait une seconde dilution, à l'aide d'une goutte de la première, que l'on mêle à quelques centimètres cubes d'eau de mer stérilisée, contenus dans un autre tube à essai. On répète cette opération jusqu'à ce que le liquide obtenu soit à peine trouble, de façon à n'inoculer sur la gélose qu'une goutte aussi peu chargée que possible de germes ;

2° A l'aide d'une pipette en verre stérilisée, on prélève une goutte

(1) La gélose dont nous nous servons contient 1 gr. 5 d'*agar-agar* pour 100 gr. de bouillon de bœuf ou de veau neutralisé.



de ce dernier liquide chargé de germes, et on l'incorpore à de la gélose nutritive préalablement liquéfiée et renfermée dans un tube à essai. On agite et on tourne le tube en différents sens, de façon à répartir les germes ensemençés dans toute la masse liquide ;

3<sup>o</sup> On verse alors le contenu du tube sur une ou plusieurs plaques en verre, que l'on place sous la cloche humide, stérilisée au sublimé corrosif, utilisée pour le développement des germes sur plaques, — ou, ce qui est préférable, on verse le contenu dans de petites boîtes en verre, stérilisées préalablement, à couvercle creusé d'une rainure rodée à l'émeri, et à peine hautes d'un centimètre (1), et employées maintenant dans presque tous les laboratoires.

Dans ces conditions, en l'espace de douze heures, à la température de 20° à 25° C. (2), on voit déjà la surface de la gélose présenter, par place, de petites colonies à contour nettement arrondi ou ovulaire, faiblement colorées, de teinte plutôt opalescente, dont les plus

(1) Ces petites boîtes en verre sont appelées à remplacer les plaques employées primitivement pour la culture des germes. Elles ont, en effet, sur ces dernières, le double avantage, d'être plus aisément maniables et d'avoir un couvercle qui permet d'examiner, à un faible grossissement, le développement des colonies, sans être obligé d'exposer la surface du milieu à la contamination directe des germes venant de l'atmosphère. Le premier auteur qui a eu l'idée de remplacer les plaques (si faciles à contaminer), par les boîtes en verre, est J. PETRI (496). Mais ces boîtes, non fermées, étaient encore placées, comme les plaques de KOCH, sous la cloche humide stérilisée. Plus tard, EISENBERG (188) ajouta à ces boîtes en verre un couvercle avec rainure rodée, pour permettre l'obturation plus facile. On peut d'ailleurs ajouter de la paraffine fondue dans la rainure, pour obtenir une fermeture plus hermétique encore. Ces boîtes ont été très habilement modifiées par MIQUEL (424), de la manière suivante. Elles sont « forées, à leur centre, d'un trou dans lequel s'engage un tube muni d'une bourre d'ouate : le tube et l'ouverture sont usés à l'émeri. C'est par ce tube que se fait l'ensemencement, et par la cheminée l'aération de la surface de la gélatine ». On peut se contenter, à l'exemple de MM. NOCARD et ROUX (454), de boîtes dont la paroi est perforée en un point que l'on obture par de l'ouate et par où se fait la circulation de l'air. Nous nous sommes également servi, pour le développement des colonies, de la méthode de KOCH, modifiée par ESMARCH (203), en remplaçant toutefois la gélatine par la gélose. Ce procédé, dit de la *plaque enroulée*, consiste, comme on sait, à liquéfier, à la chaleur, la substance nutritive ensemençée dans un tube à essai, bouché avec une bourre d'ouate, puis à répartir cette substance nutritive sur toute la surface interne du tube, en faisant rouler ce tube sur lui-même. — Enfin, le procédé de ROUX (546 bis) donne encore d'excellents résultats. Il consiste à coucher horizontalement le tube à essai qui renferme la gélose liquéfiée et ensemençée, de façon à répartir, sur une assez grande surface, les colonies futures que l'on prélèvera, une fois développées.

(2) L'étuve-incubateur dont nous nous servons est l'excellente étuve de d'ARSONVAL (nouveau modèle, à membrane régulatrice métallique, construit par la maison ADNET).

grosses ne dépassent pas le diamètre d'une petite tête d'épingle. A ce moment, si on examine au microscope, à un faible grossissement, on ne peut encore découvrir, dans ces colonies, l'aspect zoogléique caractéristique. Mais si on les examine, vingt-quatre heures après l'ensemencement, et toujours à la même température de 20° à 25° C., on voit ces petits îlots d'abord arrondis, prendre une teinte orangée de plus en plus accentuée ; en même temps, leur contour devient sinué et se découpe en forme de circonvolutions. En un mot, ils ont pris l'aspect cérébroïde caractéristique, que nous avons décrit précédemment (fig. 1, pl. viii).

A l'aide d'un fil de platine stérilisé à la flamme, il devient alors facile d'isoler un des petits îlots dont l'aspect et la couleur sont si caractéristiques, et à le plonger de nouveau dans un tube à essai renfermant quelques centimètres cubes d'eau de mer (le tout soigneusement stérilisé). On fait ainsi une nouvelle dilution, et, comme précédemment, on inocule une goutte de cette dilution à de la gélose que l'on verse dans une nouvelle boîte de cristal stérilisée. Presque toujours toutes les colonies obtenues par ce nouveau fractionnement donnent des îlots cérébroïdes et orangés qui, pour nous, représentent comme l'état zoogléique de *B. Balbianii*. On a alors une culture que l'on peut considérer comme pure. Il ne reste plus, pour la conserver dans cet état de pureté, qu'à prélever une parcelle de cette culture, et à l'inoculer *en strie* sur de la gélose renfermée dans des tubes à essai fermés à l'ouate stérilisée, et que l'on a préalablement inclinés pour disséminer la gélose sur la plus grande surface possible. Des colonies se développent rapidement le long de la strie d'inoculation, dépassent bientôt cette ligne, et finissent, en deux à trois jours, par envahir toute la surface de la gélose. Elles croissent alors en hauteur, et forment une masse nettement cérébroïde qui peut avoir parfois un demi-centimètre d'épaisseur.

Il nous reste maintenant à décrire, avec plus de détails, cet état zoogléique, et à suivre son développement, depuis son apparition jusqu'au stade cérébroïde final.

Nous avons vu avec quelle rapidité il se constitue. En moins de six heures, avons-nous dit, il commence à se manifester d'une façon sensible, à la température de 20° à 25° C., et quand la surface d'inoculation est convenablement aérée. Mais si l'on retarde ce développement, en entravant l'arrivée de l'oxygène, on pourra en suivre facilement

les différentes phases : et même, en employant des milieux appropriés, on pourra étudier certains stades, à l'exclusion des autres. Ici encore, nous nous sommes servi de la cellule close constituée par une rondelle de verre lutée à une lamelle porte-objet. La capacité entière de la cellule est remplie par de la gélose nutritive, stérilisée et préalablement liquéfiée par la chaleur. On laisse refroidir sous la cloche humide stérilisée au sublimé corrosif, et on inocule la surface quand elle est encore à moitié fluide, avec une goutte de culture de zooglée très diluée dans l'eau de mer stérilisée. On recouvre le tout d'une lamelle couvre-objet préalablement passée à la flamme, et on appuie un peu sur la gélose, de façon qu'une couche très mince de cette dernière renfermant des éléments bactériens adhère à la face inférieure du couvre-objet. Par le refroidissement, il se produit toujours une rétraction plus ou moins grande de la gélose ; et, par suite, un certain espace est ménagé entre la face supérieure de la substance nutritive et la face inférieure du couvre-objet. Les bords de la lamelle, au contraire, adhèrent avec le pourtour de la rondelle de verre, de sorte qu'il n'y a plus de communication avec l'air extérieur. Dans ces conditions, rien n'est plus facile que d'examiner, au microscope, avec les plus forts grossissements, le développement des éléments bactériens qui ont adhéré à la face inférieure du couvre-objet. Leur développement, quoique gêné par le manque d'oxygène, se fait néanmoins suffisamment aux dépens de l'air raréfié existant dans la petite cavité située au-dessus de la surface libre de la gélose contenue dans la cellule. Dans les douze premières heures, on ne peut guère distinguer de développement sensible ; mais, au bout de vingt-quatre heures, on voit, en certains endroits, les groupements d'éléments, dont nous avons figuré l'ensemble (fig. 2, pl. viii). Si l'on analyse ces groupements, on voit qu'ils sont constitués uniquement par des masses d'éléments allongées, le plus souvent ondulées (*A.B.D.*, fig. 2). Quelques-unes de ces masses d'éléments affectent plusieurs courbes et un aspect serpentiforme très net (*C*, fig. 2). Elles ont généralement deux directions, inverses l'une de l'autre. Ainsi la masse *B* a une direction perpendiculaire à celle de la masse *C*. A un faible grossissement (20 à 30 diamètres), on reconnaît déjà que ces masses sont formées de deux bords parallèles surélevés au-dessus de la gelée nutritive (*a* et *a'* — *B*. fig. 2), et séparés entre eux par un sillon *b*, se terminant, aux deux extrémités, par



des points un peu élargis ( $c, c'$ ). Ce dernier détail est nettement accentué dans la masse  $D$ , où les deux parties élargies et terminales du sillon affectent une forme triangulaire ( $c$  et surtout  $c'$ ), déterminée par l'écartement des lèvres des deux rebords précédemment décrits. Cette disposition a son importance. C'est, en effet, par ces extrémités aplaties et triangulaires que se font les anastomoses de plusieurs groupements entre eux, anastomoses qui vont plus tard déterminer la forme cérébroïde générale et définitive. Si l'on observe le groupement  $F$ , par exemple, on voit qu'il affecte la forme générale en  $T$ , déterminée par deux masses primitives, simples et ondulées, à directions inverses, qui, venant à se rencontrer dans leur développement, se sont anastomosées à angle droit. De même, le groupement  $H$ , formé par l'anastomose de deux groupements secondaires. Si l'on examine attentivement la disposition des différents groupements de la figure 2, on voit que ceux-ci, par suite d'anastomoses, vont déterminer des îlots, qui se dessinent déjà en  $I$ ,  $II$  et  $III$ . Si l'on passe à la figure 3 (même planche), qui montre un endroit de la même préparation, à la même époque du développement, on remarque, au centre, quatre îlots très nettement dessinés et complètement clos ( $I, II, III, IV, V$ ). Il est facile de voir comment ces îlots se sont constitués, par suite d'anastomoses de différents groupements d'éléments, dont les rebords ( $a, a'$ ), s'écartant les uns des autres, se sont soudés par leurs lèvres, en même temps que le sillon primitif qui les sépare s'est accusé. Sa forme générale, très distinctement circonvolutionnée, résulte manifestement de la forme serpentine des groupements primitifs; et les intervalles  $i$  plus ou moins larges, et plus ou moins triangulaires ou même quadrangulaires, qui les séparent, correspondent précisément aux points de jonction de leurs extrémités primitivement libres. D'ailleurs, à la périphérie de ces îlots cérébroïdes, on voit des groupements encore isolés et de forme ondulée ( $A$ ), et d'autres ( $B$  et  $C$ ), qui sont rattachés au groupe central formant des îlots non encore complètement clos. Bientôt toute la colonie sera constituée par un système d'îlots semblables à ceux du centre, et l'aspect général ne tardera pas à être celui de la figure 1.

Tel est le mode de formation des zooglées cérébroïdes: on voit qu'il est tout particulier, et absolument caractéristique. Si maintenant on étudie la disposition même des éléments, à l'intérieur



de ces masses zooglédiques, on verra qu'il n'est pas moins intéressant, ni moins typique.

Si l'on a soin d'étudier le mode de formation de l'état zooglédique, pas à pas, dans la cellule close que nous avons décrite tout à l'heure, et surtout si l'on soumet cette dernière à une température un peu supérieure à 25° C., c'est-à-dire entre 25° et 30° C., dans une platine chauffante, la première disposition, le premier stade qui frappe les yeux est le stade que nous avons représenté (fig. 4, pl. VIII). On y voit des séries d'éléments en *Bacterium court*( $\gamma^3$ ), entourés d'une enveloppe gélatiniforme très manifeste. En réalité, cette disposition résulte d'un ensemble de capsules, les unes isolées, les autres groupées en séries rectilignes ininterrompues. En étudiant de plus près, il est facile de se rendre compte de leur mode de formation. La série A, par exemple, offre un aspect rectiligne ininterrompu très caractérisé : on dirait un filament hypertrophié, dont la gaine s'est très développée, et à l'intérieur de laquelle les éléments se sont disposés perpendiculairement à l'axe principal. Une cloison médiane divise cette première série en deux capsules allongées secondaires (*a* et *b*), renfermant chacune quatre éléments qui présentent ce caractère particulier d'être disposés en quatre groupes d'éléments, juxtaposés deux par deux : chaque groupe étant séparé du voisin par un intervalle assez considérable. En BC, une seconde série formée de trois capsules rectangulaires, mais non plus disposée en série rectiligne ; deux de ces capsules (*b* et *c*) sont encore soudées l'une à l'autre : mais la troisième (*a*) est complètement distincte et isolée. D'ailleurs, les éléments qu'elles renferment sont encore au nombre de quatre, dans chaque capsule, réunis et disposés en deux groupes isolés, de deux éléments chacun. La série ED montre quatre capsules rectangulaires, complètement isolées les unes des autres, et disposées en zigzag (*a, b, c, d*). Chaque capsule possède encore quatre éléments indivis ; mais chaque groupe de deux éléments est séparé à son tour par une cloison ; ce qui divise, en réalité, chaque capsule primitive en deux autres capsules secondaires. La capsule *a* montre deux capsules secondaires où chacun des éléments constitutifs commence à se diviser, au moins dans la plus inférieure, en deux nouveaux éléments qui se font *vis-à-vis*. Dans la série FG, on voit trois groupes de capsules (*a, b, c*) disposés en zigzag. Le groupe *a* est encore formé de deux capsules primaires à quatre éléments indivis ; le groupe *b* comprend deux capsules secondaires non encore isolées, mais ren-

fermant chacune quatre éléments se faisant vis-à-vis ; le troisième groupe *c* est constitué par quatre petites capsules complètement isolées, presque arrondies, à éléments disposés quatre par quatre. Enfin, la série *HK* est entièrement formée de ces petites capsules à éléments disposés quatre par quatre. Or, cette dernière forme, nous l'avons déjà signalée chez *Cladothrix dichotoma* : ce n'est autre chose que la forme tabulaire en *Tétrades* ou en *Merismopedia*. Elle se rencontre constamment au début de la formation de l'état zoogléique de *B. Balbianii* ; et, de même que chez *Cladothrix dichotoma*, elle n'est qu'un stade dans le développement de cette phase zoogléique. Elle est très fugace : aussi faut-il que le développement se fasse lentement, pour qu'on puisse l'observer ainsi que nous venons de la décrire. Si, en effet, on l'étudie, quelques heures plus tard, les capsules mérismopédiques, s'accroissant séparément, augmentent rapidement de volume, en même temps que leurs éléments, par des divisions répétées, deviennent de plus en plus nombreux. On passe alors au stade suivant (voir fig. 5, pl. VIII, la formation des groupements serpentiiformes, que nous avons décrits au début). — En *I*, est figuré un groupement en voie de formation : il est, en réalité, constitué par quatre groupes (*A*, *B*, *C*, *D*) de ces capsules, augmentées de volume et renfermant chacune un très grand nombre d'éléments bactériens. De ces quatre groupes secondaires, le groupe médian *C* ne présente pas encore de disposition régulière, dans l'arrangement des capsules : mais, en *D*, ces capsules semblent déjà se grouper suivant deux rangées parallèles (*a* et *a'*), séparées par un commencement de sillon (*b*). Cette disposition s'accroît dans le groupe *B* et surtout dans le groupe *A*, nettement formé de deux rangées parallèles (*a*, *a'*), séparées complètement l'une de l'autre par un espace (*b*). En *II*, on voit un groupement capsulaire, à forme nettement ondulée, et qui certainement était primitivement composé de trois groupes distincts de capsules *A*, *B*, *C*. Le groupe *A* est encore presque séparé du groupe *B*, tandis que les groupes *B* et *C* communiquent directement et n'ont qu'un seul et même sillon (*b*). Les deux rangées parallèles de capsules *a* et *a'* constituent déjà deux bords surélevés. Ils sont formés de capsules qui commencent à se serrer les unes contre les autres, et à s'allonger suivant une direction perpendiculaire à celle du sillon. Les capsules qui sont au fond du sillon sont plus petites : quelques-unes gardent encore l'aspect mérismopédique.

En *III*, même disposition. L'allongement des capsules suivant un diamètre perpendiculaire à l'axe du sillon s'accroît. La figure 6 montre deux groupements *I* et *II* arrivés à leur état définitif, et faisant partie d'îlots cérébroïdes. Dans le groupe *I*, les deux bords *a* et *a'* présentent encore, et peut-être d'une façon plus accusée que précédemment, la disposition des capsules sur un seul rang. Les capsules sont devenues très allongées, dans le sens perpendiculaire à la direction du sillon *b*. Cette disposition régulière des deux rangées de capsules donne à cet ensemble l'aspect d'un véritable épithélium cylindrique. Enfin, une modification assez importante s'est produite, dans la disposition même des éléments bactériens, à l'intérieur des capsules : au lieu d'être placés comme précédemment, sans ordre apparent, ils sont maintenant disposés en séries longitudinales, parallèles entre elles et parallèles au grand axe des capsules, c'est-à-dire, comme elles, perpendiculaires à l'axe du sillon. Ce sillon *b* renferme toujours de petites capsules, plus ou moins arrondies, à petit nombre d'éléments. Dans le groupe *II*, qui affecte la forme en *T*, déjà signalée, une autre modification s'est produite au sein des capsules et des éléments qu'elles renferment. Les capsules sont devenues de plus en plus allongées, de plus en plus cylindriques, aux dépens de leur largeur. De plus, tandis que leur extrémité libre ou externe (*a-a'*) est complètement close, leur extrémité interne, au contraire, qui regarde le sillon *b*, est ouverte. Il n'est plus possible, même avec le secours des réactifs colorants, de distinguer de ce côté, du moins, la moindre trace d'enveloppe capsulaire. Le résultat de cette géloification partielle de l'enveloppe capsulaire, c'est que les éléments que contiennent les capsules s'échappent par ce côté et envahissent le sillon, à tel point que ce dernier est complètement obstrué par leur masse foncée et orangée.

Nous avons représenté (fig. 8), à un plus fort grossissement, l'aspect des capsules et de leurs éléments, à ce dernier stade. Les capsules (*a*, *b*, *c*), montrent leur aspect cylindrique caractéristique, ayant 40 à 50  $\mu$  de long, et à peine 8 à 10  $\mu$  dans leur plus grande largeur. Elles ont, à peu près toutes, leurs bords parallèles. Quelques-unes plus petites (*c* et *d*) sont encore enclavées, comme autant de coins, entre les plus grandes. Par leur bord libre, elles sont complètement closes, et montrent nettement leur membrane capsulaire festonnée, tandis que du côté du sillon *i*, il n'est plus possible de la dis-



tinguer. Les éléments sont disposés en chaînes parallèles à l'intérieur des capsules, comme nous venons de le décrire, et débordent manifestement dans le sillon, par l'extrémité interne libre. Quant à la forme de ces éléments, elle a varié d'une manière sensible. Il est nécessaire d'insister sur ce dernier point, qui a une certaine importance relativement aux modifications que nous étudierons, par la suite, dans la forme des éléments et les rapports qui unissent ces différentes formes entre elles.

La fig. 7 nous montre la forme des éléments, à l'intérieur des capsules, forme qu'ils conservent tant que ces capsules restent closes de toutes parts. En *A*, les éléments sont disposés en chaîne filamenteuse, et placés bout à bout; une mince gangue gélatiniforme et lâche enveloppe la chaîne tout entière, sans qu'il y ait de cloison complète entre les différents éléments de cette chaîne. Tous sont rectilignes, mais de formes différentes:  $\beta^1$  est un *Bacillus* long et grêle, 7 à 8 fois aussi long que large;  $\gamma^1$  est un *Bacterium* long, tandis que  $\gamma^2$  n'est autre qu'un *Diplobacterium* provenant de la division d'un *Bacterium* long en deux *Bacterium* de moyenne longueur. Enfin, en  $\gamma^3$ , sont deux *Bacterium* courts, comme les quatre éléments représentés en  $\gamma^3_a$ , lesquels commencent déjà à jouer les uns sur les autres, et à prendre une position perpendiculaire à celle de l'axe de la chaîne. Le groupe *A* nous conduit insensiblement au groupe *B*, qui montre deux chaînes filamenteuses d'éléments encore entourés d'une enveloppe gélatiniforme continue et régulière, à bords parallèles, sans cloisons de séparation entre les éléments. Mais ces derniers, au lieu d'être placés bout à bout, comme tout à l'heure, ont, au contraire, pris la position transversale, perpendiculaire à l'axe de la chaîne. Au nombre de huit dans chaque chaîne, ils se sont disposés en quatre groupes de deux éléments juxtaposés, et placés parallèlement à leur plus grand diamètre: ils ont la forme d'éléments en *Bacterium* court. En *C*, nouvelle chaîne d'éléments: dans la partie supérieure de la chaîne, l'enveloppe gélatiniforme a les bords rectilignes, parallèles entre eux et au grand diamètre des éléments, tandis que, dans la partie inférieure, cette enveloppe se dilate et s'arrondit insensiblement, et de plus en plus, en même temps que l'on devine le début des cloisons qui sépareront, plus tard, les éléments dans des capsules distinctes. Dans cette dernière partie, les éléments passent insensiblement de leur position primitive, c'est-



à-dire placés bout à bout, à leur groupement deux par deux perpendiculairement à l'axe de la chaîne.

Même disposition, en *D*, où le développement des capsules s'accroît. En *E*, une série filamenteuse, complètement recourbée, présente deux parties distinctes : l'une, *ab*, où les éléments en *Bacterium* ( $\gamma^3$ ) se suivent encore en série régulière, parallèlement au grand axe de la chaîne : l'autre, *bc*, plus élargie, formée de trois capsules ovalaires (*c*, *d*, *e*), presque entièrement séparées les unes des autres par des cloisons gélatiniformes. Chaque partie renferme quatre séries d'éléments, avec leur grand diamètre perpendiculaire au grand axe des capsules, et s'achemine vers le stade *Merismopedia* ( $\gamma^4$ ) par division des *Bacterium* primitifs en *Bacterium* elliptiques-ovalaires, très courts, à peine plus longs que larges. En *F*., on voit quatre groupes de capsules (*a*, *b*, *c*, *d*), qui montrent le développement d'une capsule primitive allongée à quatre séries d'éléments, en autant de petites capsules presque arrondies, tabulaires, à éléments disposés quatre par quatre en *Merismopedia* vraie (*d*). Les transformations successives se font par les capsules du groupe *b*, représentant une capsule primitive divisée par une cloison transversale en deux capsules secondaires, lesquelles, à leur tour, se divisent en deux autres capsules par deux nouvelles cloisons (*c*).

Le groupe *G*, montre : d'une part, en *a* et en *b*, deux capsules juxtaposées, contenant chacune huit éléments, superposés quatre par quatre et représentant la disposition que l'on désigne plus particulièrement sous le nom de *Sarcina* ; d'autre part, en *c* et en *d*, deux autres capsules plus volumineuses que les précédentes, presque arrondies, mais où les éléments se sont multipliés par des divisions répétées et sans ordre apparent. Le groupe *H* est formé d'un paquet de quatre capsules à angles presque arrondis, et renfermant, comme les dernières, un grand nombre d'éléments : c'est le type des capsules que l'on rencontre dans le stade que nous avons déjà décrit (p. 116) et qui est figuré en *I* (fig. 5, pl. VIII).

Enfin, le groupe *K* montre, réunies dans une même série : 1° deux capsules, encore allongées et à éléments disposés quatre par quatre (*a*, *b*) ; 2° deux autres capsules plus volumineuses à contour arrondi avec un grand nombre d'éléments (*c*, *d*). Dans toutes ces capsules entièrement closes, l'élément ultime de la division est le *Bacterium* elliptique-ovale ( $\gamma^4$ ), à peine plus long que large, ne dépassant pas

1 $\mu$  dans son plus grand diamètre. Mais dans les capsules cylindriques, que l'on rencontre au stade final, et surtout dans les cultures, déjà un peu anciennes, l'élément en *Bacterium* elliptique-ovalaire devient plus volumineux, en même temps qu'il prend une forme presque arrondie; en un mot c'est un véritable *Micrococcus*. On peut rencontrer, là, les *Micrococcus*, soit à l'état isolé (A-fig. 9, pl. VIII), soit en *Diplococcus* (B), forme très fréquente, soit en *Tetracoccus* (C), forme également très commune, soit en chaînes d'un plus ou moins grand nombre de *Coccus* ou *Streptococcus* (D, E). Notons que les éléments en *Tetracoccus* sont réunis entre eux, deux à deux, par un reste de substance gélatiniforme interstitielle, mais ne possèdent pas de capsule qu'on puisse distinguer, même par l'emploi des réactifs qui décèlent la capsule des autres éléments. Il en est de même des *Streptococcus* (D et E): les éléments qui composent ces chaînes (quelquefois très longues, de 15 à 30 éléments) sont réunis par une matière gélatiniforme interstitielle, de même nature que l'enveloppe des capsules. D'autres, au contraire, présentent des éléments non réunis d'une façon distincte par une matière interstitielle, mais néanmoins disposés en chaîne (F) (1).

Les *Micrococcus* qui composent ces chaînes sont, avons-nous dit, plus volumineux que les petits *Bacterium* des capsules entièrement closes. Ils ont de 1 $\mu$  à 1,5  $\mu$  de diamètre, et prennent très fortement les couleurs d'aniline, tandis que les petits éléments en *Bacterium* ne le prennent que difficilement. Un autre caractère important de ces

(1) Cette matière interstitielle qui sépare les éléments d'un même *Streptococcus*, et les réunit, pour ainsi dire, en un véritable filament, a été signalée par plusieurs auteurs. LUTZ, le premier, nous croyons, a montré (390), d'accord en cela, avec UNNA (613 et 614), que les Bacilles de la lèpre ne sont, en réalité, que des chaînes de *Coccus*, reliés entre eux par une matière interstitielle. Pour lui, les *Streptococcus* auraient un aspect morphologique assez caractéristique pour en faire un genre spécial, qu'il appelle *Coccothrix*. Nous croyons que cette disposition est commune à la plupart des *Streptococcus*. Nous ne ferons que citer le *Streptococcus* de la Scarlatine et un *Streptococcus* trouvé par BABES (21) dans le cerveau d'un cobaye mort de la rage, chez lequel cet auteur a constaté que les *coccus*, non-seulement étaient réunis par une matière interstitielle, mais étaient contenus à l'intérieur d'une véritable gaine filamenteuse. CSOCOR (146) et VON SCHRON (563) considèrent également les Bacilles de la tuberculose comme formés d'une succession d'éléments en chaînes ou *Streptococcus*. Tout dernièrement enfin, METSCHNIKOFF (412) a observé, chez les mêmes Bacilles, des chapelets d'éléments disposés en « Saucisson », et L. KLEIN (330), dans ses minutieuses recherches sur les Bactéries, a décrit également et figuré la transformation des bâtonnets rectilignes de son *Bacillus allantoides*, en échaînes de *Micrococcus*, qui se groupaient ensuite en tétrades pour évoluer vers la zooglye, en suivant un cycle presque identique à celui de *B. Balbianii*.

éléments arrondis, c'est que ce sont les seuls éléments doués de la coloration jaune-orangé. Encore faut-il qu'ils soient hors des capsules, pour que cette coloration devienne apparente. Les éléments contenus à l'intérieur des capsules sont presque incolores. Les *Micrococcus* sont véritablement les seuls éléments qui, une fois sortis de ces capsules, pour remplir les sillons des groupes cérébroïdes, donnent à la zooglée sa couleur orangée. D'ailleurs, chaque élément observé isolément est très faiblement teinté ; ce n'est qu'en masse que la coloration s'accroît, et se perçoit nettement. La matière colorante semble répandue uniformément, à l'intérieur de chaque élément, et ne paraît pas y être déposée à l'état de pigment isolé. Nous reviendrons, plus loin, sur ces détails avec l'examen des caractères chimiques.

Ces *Coccus* ou *Micrococcus* orangés vont jouer un rôle important dans toute l'étude que nous faisons de *B. Balbianii*. Nous aurons à discuter bientôt leur véritable rôle, et leur signification morphologique vis-à-vis des autres formes d'éléments bactériens.

Quels sont les milieux les plus favorables pour la culture de l'état zoogléique de *B. Balbianii*? De tous ceux que nous avons expérimentés, c'est la gélose qui nous a donné les meilleurs résultats : les plus rapides, en même temps que les plus sûrs. Les milieux liquides sont, en général, impropres pour la culture de cette phase particulière. En effet, ainsi que nous le verrons plus tard, les milieux liquides servent surtout pour l'étude de l'état *filamenteux* et de l'état *dissocié*. Quant aux autres milieux solides et transparents, nous n'avons expérimenté que la gélatine nutritive, telle qu'on la prépare ordinairement, c'est-à-dire à 10 % de gélatine, par litre de bouillon de bœuf. Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, il est impossible d'obtenir l'état zoogléique en masses compactes cérébroïdes, sur ce substratum : la gélatine se liquéfie très rapidement, et les capsules s'y dissocient, en mettant leurs éléments en liberté. La gélose seule nous a réussi. Un autre milieu, à base de gélose également, donne de bons résultats. On remplace le bouillon de bœuf par une décoction de Laminaires dans de l'eau de mer (le tout étant préalablement stérilisé (1)). Ce milieu, quand il est bien filtré, présente une teinte grisâtre très légère : mais il est transparent, et on peut

(1) Tous nos milieux de cultures sont stérilisés, à 120°, à l'autoclave CHAMBERLAND.



très bien y observer le développement des colonies. L'état zoogléique s'y développe aussi bien que sur la gélose nutritive, et avec les mêmes caractères morphologiques. Nous avons eu l'idée de diminuer la puissance nutritive du milieu, dans l'intention d'obtenir des variations morphologiques. Nous avons préparé, à cet effet, un milieu solide, toujours à base de gélose, mais la gélose étant dissoute uniquement dans de l'eau de mer, sans adjonction de bouillon. La proportion de gélose est de 2 %. On obtient ainsi un milieu incolore, légèrement opalescent. Si l'onensemence un tel milieu par la méthode que nous avons indiquée plus haut, c'est-à-dire en prélevant une parcelle de culture pure (de l'état zoogléique), obtenue sur gélose nutritive, puis en la délayant dans de l'eau de mer stérilisée, et ensemençant le nouveau milieu avec une goutte du liquide, on observe des modifications assez importantes. On obtient bien encore l'état zoogléique, mais non avec son aspect complètement cérébroïde. Le développement se fait très lentement. Même à la température de 30° à 35° c., ce n'est qu'au bout du quatrième jour que l'on commence à distinguer de petites taches orbiculaires, d'abord incolores, qui croissent peu à peu, et finissent par atteindre, au bout du sixième ou septième jour, le diamètre d'une grosse tête d'épingle. Dès lors, elles restent stationnaires, et ne s'accroissent pas davantage. Au microscope, on constate que ces petites colonies sont formées d'amas de capsules, quelques-unes disposées en groupements serpentiformes, comme nous l'avons indiqué au début de l'état zoogléique sur gélose nutritive, mais le plus grand nombre présentant l'aspect irrégulier indiqué (*I. fig. 5. pl. VIII*). On le voit : le substratum, dans ce cas, semble ne pas posséder les qualités suffisantes pour permettre le développement complet de l'état zoogléique. Il est néanmoins excellent pour l'étude ; car on y peut observer tout à son aise, non seulement le stade dont nous venons de parler, mais le stade *Merismopedia*, qui le précède. D'ailleurs, si l'on veut avoir l'état zoogléique parfait, il suffit de transplanter une de ces petites colonies en tête d'épingle sur de la gélose nutritive, pour obtenir, en moins de vingt-quatre heures, l'aspect cérébroïde caractéristique. Un autre milieu solide, opaque celui-là, nous a paru très propre pour la culture de l'état zoogléique de *B. Balbianii* : c'est la pomme de terre. Les cultures sur pommes de terre se font maintenant dans des tubes à essai fermés à l'ouate, le tout stérilisé à la vapeur d'eau à 120°, suivant



les méthodes de KATZ (307), de MEADE-BOLTON (76 bis), de GLOBIG (258), de ROUX (548) ou de PLAUT (502). *B. Balbianii* s'y développe en abondance, avec les mêmes caractères morphologiques que dessus.

Il nous reste à décrire le mode de préparation qui nous a le mieux réussi pour déceler la structure des capsules et la disposition en même temps que la forme des éléments qu'elles renferment.

Tout d'abord, la disposition générale cérébroïde qu'affecte l'état zoogléique parfait peut s'observer, même sans l'emploi d'aucun réactif, à un faible grossissement, soit dans les tubes à essai, soit dans les boîtes en cristal, ou sur les plaques qui servent aux cultures. C'est ainsi que, sans réactifs, nous avons dessiné (fig. 1, Pl. VIII) l'aspect général de quelques colonies zoogléiques sur gélose nutritive. Pour observer la constitution même de ces îlots, on doit les étudier dans de l'eau de mer. Il est, en effet, nécessaire de se servir de ce dernier liquide : l'eau distillée ou l'eau ordinaire ayant l'inconvénient de dissocier les capsules et de dissoudre la gangue gélatiniforme qui les relie entre elles.

Trois autres réactifs principaux nous ont donné d'excellents résultats, pour l'étude directe et *momentanée* de l'état zoogléique :

1° *L'acide osmique* à 1 %, déjà utilisé en bactériologie par plusieurs auteurs, notamment par KÜNSTLER (347), pour la recherche des prolongements flagelliformes. Cet acide ne dissout pas la gangue gélatiniforme qui entoure les éléments : d'autre part, il noircit légèrement les éléments, de telle sorte que l'on peut s'en servir, même pour faire des préparations durables ;

2° *L'alcool absolu*. C'est le réactif qui nous a rendu les meilleurs services pour élucider la disposition des capsules, à l'intérieur des îlots cérébroïdes. Les éléments ressortent, d'une manière très intense, sur le fond devenu opalescent de la gélose nutritive.

Pour faire apparaître l'enveloppe gélatiniforme, il suffit d'ajouter une goutte de solution alcoolique très étendue de vésuvine ou de fuchsine. On voit alors nettement chaque groupe d'éléments enveloppé par un mince liseré, très faiblement coloré, qui indique la trace de sa gangue gélatiniforme ; tandis que les éléments eux-mêmes sont plus vivement colorés, à l'intérieur de leurs capsules.

3° *L'alun de chrome* (1). Nous avons employé ce réactif sur les recommandations de M. G. BORNET, qui en a tiré d'excellents résultats, pour conserver les gaines mucilagineuses des *Nostocacées*. L'enveloppe des capsules apparaît assez nettement, surtout si, après avoir enlevé par un courant d'eau distillée l'excès de la solution, on fait passer un courant de solution faible de vésuvine, de violet de méthyle ou de fuchsine. Ce procédé nous a rendu de réels services, surtout pour étudier le stade zoogléique final, où l'on voit les capsules cylindriques s'ouvrir du côté du sillon, pour y verser leurs éléments en *Micrococcus*.

4° *L'encre de Chine*, suivant les indications de ERRERA (200). Ce procédé est excellent en ce sens que les zooglées ressortent vivement avec leurs enveloppes gélatineuses sur le fond noir de la préparation.

Pour obtenir des préparations *durables*, nous avons eu tout d'abord la pensée d'essayer les procédés employés jusqu'ici pour faire apparaître les capsules chez les Bactériacées qui en sont pourvues. Mais nous n'avons réussi, ni par le procédé à l'acide acétique, avec coloration consécutive au violet de gentiane dissous dans l'eau anilinée, employé par FRIEDLÄNDER (232), et excellent pour mettre en évidence la capsule du *Pneumococcus*, ni par celui de RIBBERT (530), qui n'est qu'une modification du premier, ni à l'aide du procédé de double coloration par la méthode de GRAM et la safranine, qui teint la capsule signalée autour des éléments trouvés dans *rhinostérôme*, par CORNIL et ALVAREZ (139).

Le tort de tous ces procédés, c'est, pour le cas de *B. Balbianii* : 1° de colorer trop vivement les éléments bactériens, et, par suite, de cacher leur mince enveloppe gélatiniforme : 2° de dissocier cette enveloppe même et de détruire la disposition primitive des îlots zoogléiques.

Pour avoir une bonne préparation, il faut donc : 1° fixer les éléments, et la capsule qui les entoure, dans leur situation normale : 2° les colorer de façon à les faire apparaître avec leurs caractères respectifs ; 3° trouver un milieu de conservation, où ces caractères apparaissent sans s'être altérés.

(1) En solution aqueuse très diluée. Il suffit de faire dissoudre un petit cristal d'alun de chrome dans environ 50 gr. d'eau distillée, pour obtenir une solution colorée en violet très pâle.

Nous avons indiqué les réactifs fixateurs qui nous ont donné les meilleurs résultats : l'acide osmique, l'alcool absolu et l'alun de chrome.

Comme colorants, on peut se servir indifféremment de toutes les couleurs d'aniline : toutefois, la résuline, la fuchsine et le violet de méthyle 5 B, ou de gentiane, nous semblent préférables à toutes les autres couleurs. De plus, il faut avoir soin de se servir de solution (aqueuse ou alcoolique) (1) très faible. Si l'on s'est servi d'acide osmique, comme fixateur, il faudra un certain temps (de 12 h. à 24 h.) pour obtenir une bonne coloration. Avec l'alcool absolu, au contraire, ainsi qu'avec l'alun de chrome, il suffit, après s'être débarrassé de l'excès du réactif fixateur, de deux à cinq minutes pour colorer suffisamment les capsules et leurs éléments. Après avoir lavé, de nouveau, à l'eau distillée, on fixe la couleur, avec la solution iodo-iodurée, dont nous nous sommes servi déjà pour *Cladotricha dichotoma*, et l'on conserve dans la glycérine iodo-iodurée. Dans le cas où l'on emploierait l'alun de chrome, comme fixateur, il serait bon d'ajouter de l'alun de chrome à la glycérine (parties égales de solution d'alun de chrome et de glycérine). Nous ne conseillons pas de monter les préparations dans le baume du Canada. On risquerait fort, en effet, dans la première opération, qui consiste à déshydrater par l'alcool absolu, de décolorer le tout et de perdre ainsi le bénéfice des premières réactions.

C'est en partant de l'état zoogléique tel que nous venons de le décrire, avec ses caractères distincts, si faciles à retrouver, et en le cultivant dans différents milieux, qu'il nous a été permis de démontrer, chez *B. Balbianii*, l'existence d'un cycle évolutif défini et complet. Ce cycle comprend, comme pour *Clad. dichotoma*, et en dehors de l'état zoogléique : l'état *filamenteux*, l'état *dissocié* et l'état *enchevêtré*. Voyons comment il nous a été possible d'obtenir ces différents états.

(1) L'eau anilinée colorée par les solutions faibles de violet de méthyle, de fuchsine ou autres couleurs d'aniline, utilisée en premier lieu par EHRLICH (186), est également très bonne.



### ÉTAT FILAMENTEUX.

Nous avons déjà dit que la gélose était le milieu le plus favorable pour obtenir l'état zoogléique. tandis que les milieux liquides convenaient mieux pour l'étude de l'état filamenteux. Nous avons, en effet, réussi à faire dériver d'emblée cet état filamenteux de l'état zoogléique, en nous servant de certains milieux liquides marins, et en particulier d'une décoction de Laminaires dans l'eau de mer. Nous préparons cette décoction en faisant bouillir, pendant une heure environ, des thalles de Laminaires dans de l'eau de mer, puis en filtrant le liquide obtenu. La décoction qui nous a rendu le plus de service avait une densité de 1,029 ; elle était légèrement teintée en brun olivâtre et avait une odeur assez prononcée d'algues marines. Nous avons été tout naturellement conduit à essayer ce milieu de culture, qui se rapproche beaucoup, comme composition, du milieu où vit la plante, à l'état spontané. Et, de fait, aucun des milieux nutritifs liquides, usités ordinairement en bactériologie, ne nous a donné d'aussi bons résultats. Nous croyons qu'il faut en rechercher la cause dans l'excès de substance azotée que contiennent les bouillons employés ordinairement. Ni le bouillon de bœuf, ni les bouillons préparés avec d'autres viandes, entre autres la chair de poisson marin, comme cela semblait indiqué en raison de la prédilection de notre Bactériacée pour les milieux marins, ni les bouillons artificiels de peptone, dont l'usage se généralise de plus en plus en bactériologie, ne se sont montrés des milieux favorables à la culture de l'état filamenteux.

La décoction de Laminaires dans l'eau de mer, sans *aucune addition de matière animale azotée*, semble être le milieu qui ait, pour ainsi dire, le monopole de culture de cette phase particulière. Il est probable qu'un grand nombre d'autres décoctions d'algues ou de plantes marines pourraient rendre les mêmes services.

Prenons donc une certaine quantité de cette décoction de Laminaires, préalablement stérilisée dans un matras-PASTEUR, et commençons-la avec une parcelle de zooglées jeunes, nettement céroïdes. Plaçons le matras à l'étuve-incubateur, à 25° C. et étudions pas à pas les modifications qui se succèdent. — Disons de suite que cette température de 25° C. est celle qui, après plusieurs



essais, nous a paru la plus favorable pour le développement de *B. Balbianii* et en particulier de son état filamenteux.

Au bout des vingt-quatre premières heures, le liquide est à peine trouble ; mais, à la surface, on peut discerner, avec un peu d'attention, une très mince pellicule. Prêlevons, à l'aide d'une pipette capillaire, une parcelle de cette pellicule et examinons-la. Nous la trouvons formée d'éléments bactériens immobiles (A. fig. 1, Pl. ix), assez grêles, sous forme de courts *Bacterium* ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ), isolés, ou accouplés deux à deux en *Diplobacterium* (a). Ces éléments sont absolument identiques à ceux que l'on trouve dans les capsules closes de l'état zoogléique.

Ajoutons que, malgré leur état d'immobilité, il n'existe, à leur périphérie, aucune trace de capsule : qu'on les examine avec ou sans réactifs. Quelques-uns, beaucoup plus rares, sont disposés en courtes chaînes ou *Streptobacterium* (b) de quatre éléments. Si maintenant, au lieu d'examiner la pellicule superficielle, on examine le liquide même, on trouve des éléments en tout comparables à ceux que nous venons de décrire, mais mobiles, c'est-à-dire présentant des mouvements de propulsion en avant et d'oscillation autour de leur axe central. Si l'on étudie une goutte de ce liquide en *cellule close*, il est facile de se convaincre que ce sont ces mêmes éléments qui, après avoir erré quelque temps dans la masse du liquide, finissent par avoir des mouvements de plus en plus lents, et devenir complètement immobiles comme ceux de la pellicule superficielle. Il y a donc lieu de penser que les éléments bactériens des zooglées, après s'être débarrassés de leur enveloppe capsulaire et s'être dispersés dans le liquide, sont venus, avides d'oxygène, se disposer et s'immobiliser à la surface.

Douze heures plus tard, c'est-à-dire trente-six heures après l'ensemencement, l'aspect de la pellicule superficielle est tout autre déjà (fig. 1 B, Pl. ix). On ne trouve presque plus d'éléments en *Bacterium* courts, isolés ou accouplés deux à deux. Par contre, presque tous les éléments sont disposés sous forme de chaînes plus ou moins longues, à éléments plus ou moins nombreux. C'est ainsi qu'à côté des *Diplobacterium* (a) de tout à l'heure, on trouve des chaînes en *Streptobacterium* de quatre éléments (b), ou davantage (c, d). Remarquons que ces différentes chaînes se composent d'éléments bactériens rectilignes, qui peuvent être de longueurs

différentes, suivant leur état plus ou moins avancé de segmentation ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^2 \gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ).

Enfin les éléments qui constituent cet état ne sont plus seulement juxtaposés, ils sont réunis entre eux par des brides plus ou moins étendues de substance interstitielle, qui prend la matière colorante, faiblement il est vrai, mais assez nettement perceptible pour indiquer l'ébauche de la gaine des futurs filaments.

Quarante huit heures après l'ensemencement, ou, au plus tard, au bout de trois jours, l'aspect de la pellicule superficielle s'est de nouveau modifié. Le plus grand nombre des *Streptobacterium* de la veille se sont considérablement allongés, par suite de la division de leurs éléments (Fig. 1, C, Pl. ix). On est alors en présence de véritables filaments, avec leur gaine propre et leurs éléments, contenus à l'intérieur de cette gaine. Les plus courts, comme ceux qui sont figurés en *a* et *b*, ont de 45 à 50  $\mu$ . — Les plus longs sont plus ou moins sinueux, repliés sur eux-mêmes; ils peuvent avoir quatre et cinq fois cette longueur. Quant à leur largeur, elle varie entre 0,5 et 1  $\mu$ . Parmi les éléments, qui sont toujours rectilignes, on en trouve de toutes les longueurs, suivant que le travail de segmentation suit de plus ou moins près le travail d'accroissement. En *a*, nous voyons à peu près tous les stades de la segmentation réunis sur un même filament: en  $\alpha^1$ , des éléments ayant plus de dix fois leur largeur, et qui, d'après notre nomenclature, sont de vrais éléments en *Leptothrix*; en  $\beta^1$ ,  $\beta^2$ , des éléments ayant de cinq à dix fois cette longueur (ce sont des *Bacillus*), et en  $\gamma^1a$ ,  $\gamma^1b$ ,  $\gamma^1c$ , de longs *Bacterium*, ayant moins de cinq fois cette longueur. Dans le filament *b*, le travail de segmentation est peu accentué, à l'une des extrémités où l'on voit successivement un *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), un *Bacillus* ( $\beta^1$ ), puis un *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ); tandis qu'à l'autre extrémité, la segmentation a été très active, puisqu'elle y est arrivée à son apogée, sous forme d'éléments en *Bacterium* très court, elliptique, à peine plus long que large ( $\gamma^4$ ). Mêmes phénomènes en *c*, mais sur un filament beaucoup plus long que le précédent. En *d*, le filament n'est plus constitué que par une suite d'articles en *Bacterium* très courts ( $\gamma^4$ ).

Les longs filaments immobiles que nous venons de décrire n'existent qu'à la surface. On peut donc dire que, sous l'état filamenteux, *B. Balbiani* est essentiellement aérobie.

## ÉTAT DISSOCIÉ, ÉTAT ENCHEVÊTRÉ.

Dans l'intérieur du liquide qui, au troisième jour, est devenu très trouble, sans cependant changer de coloration, on rencontre toujours les mêmes éléments du début, grêles, en *Bacterium* très courts, très agiles, quelques-uns en *Diplobacterium*, d'autres en courts *Streptobacterium*. On peut donc dire que, dans cette partie du liquide, *B. Balbianii* se développe surtout sous formes d'éléments isolés, libres et mobiles, c'est-à-dire sous l'état que nous avons appelé *état dissocié*.

Enfin, il nous est arrivé bien souvent de rencontrer des portions de la pellicule où les filaments sont tellement pressés les uns contre les autres qu'ils sont pelotonnés sur eux-mêmes et *intriqués*, pour ainsi dire, les uns dans les autres. C'est encore une phase particulière de développement et qui n'est qu'une sorte de corollaire de l'état filamenteux. ce que nous avons appelé *l'état enchevêtré*.

Ainsi, en l'espace de trois jours, à la température de + 25° C. et dans la décoction de Laminaires, on peut passer de l'état zoogléique à l'état filamenteux. — Une remarque importante à faire, c'est que cet état filamenteux, tel que nous venons de le décrire, ne provient pas de la *spore*, comme c'était le cas pour *Clad. dichotoma*. En effet, parmi les éléments que l'on trouve durant toute la période du développement de cet état filamenteux, on ne rencontre aucun élément ayant les caractères assignés ordinairement à la spore durable, du moins chez les Bactériacées. Au contraire, nous voyons des éléments en tout semblables aux courts *Bacterium* des capsules zoogléiques, produire, par un travail de segmentation continu et d'accroissement dans une seule direction, de véritables chaînes filamenteuses. Ce mode de formation des filaments offre (ainsi que nous l'avons déjà observé, à propos d'un mode de développement semblable chez *Cl. dichotoma*) une certaine analogie avec le mode de propagation par *hormogonies* que l'on rencontre chez les *Cyanophycées* filamenteuses, et constitue un nouveau lien de parenté entre les deux groupes. Ce mode de propagation par véritables hormogonies doit être fort répandu dans tout le groupe des Bactériacées. Il n'est pas un observateur, pour peu qu'il ait suivi quelque temps l'évolution de certains tronçons de filaments bactériens, chez *Bacillus*

*subtilis*, par exemple, qui n'ait remarqué la fragmentation fréquente de ces tronçons mobiles et leur allongement ultérieur en longs filaments qui deviennent peu à peu immobiles. Nous-même, nous avons constaté, maintes fois, ces phénomènes, non seulement chez *B. Balbianii* et chez *Clad. dichotoma*, mais encore chez *B. osteophilum*, que nous étudierons plus loin. Il y a là, nous le répétons, un véritable trait-d'union entre les Bactériacées et les Cyanophycées, sur lequel on ne saurait trop attirer l'attention, au point de vue de leurs rapports phylogénétiques.

Nous n'avons décrit, dans l'état filamenteux, que des formes rectilignes. Nous sommes pourtant arrivé, à deux reprises différentes, à obtenir des formes d'éléments courbes et spiralés, par une modification très simple du milieu de culture. Il suffit, pour cela, d'ajouter à la décoction de Laminaires une égale quantité d'eau de mer. Dans ces conditions, si l'on ensemente quelques centimètres cubes de ce liquide avec des Zooglées cérébroïdes, on obtient, dans l'espace de quarante-huit heures, à + 25° C. et à la surface du liquide, des chaînes filamenteuses, non plus composées d'éléments rectilignes, comme précédemment, mais de longues chaînes en forme de vrilles à tours de spires plus ou moins lâches, qui ne sont autres que des *Spirochaete* (Fig. 2, A Pl. ix). Ces chaînes, dont quelques-unes sont très longues, paraissent ininterrompues, quand on n'emploie pas de réactifs colorants. Mais sous l'influence des couleurs d'aniline, ou de l'iode, elles se montrent, en réalité, composées d'articles de différentes longueurs, depuis l'élément en *Vibrio* simplement courbé ( $\delta^1$ ) jusqu'au *Spirillum* à un ( $\epsilon^1$ ), deux ( $\epsilon^2$ ), trois ( $\epsilon^3$ ), quatre ( $\epsilon^4$ ) tours de spire. Quelques-uns de ces *Spirillum* peuvent même avoir six et sept tours de spire ( $\epsilon^6$ ,  $\epsilon^7$ ). Les éléments se suivent en chaîne à peine ininterrompue (A.—a), ou, au contraire, sont séparés les uns des autres par des brides de substance interstitielle plus ou moins accusée (A.—b, c, d). Ces longues chaînes filamenteuses immobiles, comme les filaments à éléments rectilignes précédents, constituent les formes spiralées de l'état filamenteux. A l'intérieur du liquide, au contraire, de même que tout à l'heure, nous avons des formes isolées, libres et mobiles, mais courbes et spiralées. Elles représentent l'état dissocié (fig. 2, B, Pl. ix). On y trouve toutes les formes que nous venons de décrire, associées sur un même filament, à savoir : des éléments en *Vibrio* (a —  $\delta^1$ ) et en *Spirillum* à un ou plusieurs tours de spire (b, c, d, e, f —  $\epsilon^1$ ,  $\epsilon^2$ ,  $\epsilon^3$ ,  $\epsilon^4$ ,  $\epsilon^7$ ).



Nous avons pu cultiver l'état dissocié indépendamment de l'état filamenteux, sous ses formes libres et mobiles, rectilignes, courbes et spirales. Nous avons déjà vu que la forme *Bacterium* existe au sein de la décoction de Laminaires. C'est même, au bout de cinq à six jours, huit au plus, la seule forme que l'on rencontre, à l'intérieur et à la surface du liquide. En effet, les éléments bactériens ne restent associés en chaînes filamenteuses que pendant quelques jours. Tôt ou tard, les filaments se désagrègent et mettent en liberté leurs éléments constitutifs, sous forme de *Bacterium* grêles, elliptiques, à peine plus longs que larges ( $\gamma^4$ ). Cette forme en *Bacterium* court, elliptique, ovulaire, qui est celle que l'on rencontre le plus fréquemment (car, ainsi que nous l'avons déjà dit, elle est le terme ultime de la segmentation des éléments rectilignes), se cultive encore très bien dans les bouillons, surtout les bouillons de bœuf, tels qu'on les prépare en bactériologie, et, en particulier, dans les bouillons simplement préparés avec de la peptone (1). Les Zooglées ensemencées dans ces liquides, donnent invariablement, entre + 20 à 25° C., l'état dissocié, sous forme d'éléments en *Bacterium* grêles et courts, de 0,5 à 0,8  $\mu$  de large sur 1  $\mu$  environ de long, isolés ou accouplés en *Diplobacterium*. Leurs mouvements sont très actifs. Quant à la forme en *Bacillus* mobiles, ou en chaînes de *Bacillus* également mobiles, nous l'avons fait dériver directement de l'état zoogléique, en cultivant ce dernier dans un bouillon spécial, très légèrement acide, de morue salée, avec addition d'eau de mer (2). Dans ces conditions, à + 25° C., en moins de douze heures après l'ensemencement des Zooglées, le liquide se trouble et renferme, tant à la surface qu'à son intérieur, une grande quantité de longs bacilles, ayant 1 à 1,5  $\mu$  de large et 5 à 10 fois autant en longueur (A Fig, 4 — Pl. ix). Le plus grand nombre sont solitaires ( $\beta^1$ ,  $\beta^2$ ) ; quelques-uns, en voie de division ou accouplés en *Diplobacillus* ( $\beta^1$ ,  $\beta^2$ ) ; d'autres, enfin, plus rares, sont en courtes chaînes ou *Streptobacillus* de trois ou

(1) Pour la confection de ce bouillon, nous nous servons de la formule suivante :

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Peptone . . . . .  | 20 gr.   |
| Eau de mer . . . . | 1000 cc. |

(2) Cet autre bouillon se prépare en faisant bouillir une livre de morue salée dans un litre d'eau de mer, pendant une heure. On filtre et on ramène le liquide obtenu au poids primitif, en ajoutant de l'eau de mer. — Puis, on stérilise, et on conserve dans des ballons scellés à la lampe. Ce bouillon est naturellement acide.

quatre éléments (a). Chose remarquable : on peut conserver *B. Balbianii*, sous cette forme *Bacillus* à l'état dissocié et pur, pendant une durée pour ainsi dire indéfinie, dans le bouillon de morue acide.

Quant aux formes *Vibrio* et *Spirillum*, nous avons également pu les isoler à l'état dissocié, en transplantant une goutte de leur culture à l'état filamenteux, sur de la gélose, entre + 20 à 25° C. Si, à l'aide d'une pipette stérilisée, on inocule *en strie*, la surface de ce substratum préalablement inclinée dans un tube à essai, il se développe, dans l'espace de vingt-quatre heures, et le long des stries, des traînées blanchâtres. En trois ou quatre jours, elles ont atteint leur maximum de développement sous forme de cordons blanc-laiteux, ne présentant pas la moindre trace de coloration orangée, et uniquement formés d'une multitude de *Vibrio* (z<sup>1</sup>) et de courts *Spirillum* (ε<sup>1</sup>) (C -- Fig. 2, Pl. ix). On peut alors étudier facilement la forme de ces éléments, en croissant ou en parenthèse, dont les extrémités sont minces et effilées.

En résumé, nous voyons que *B. Balbianii* possède un cycle évolutif bien défini, comprenant l'état filamenteux, l'état dissocié, l'état enchevêtré et l'état zoogléique. Nous avons vu, d'autre part, qu'il est possible de le cultiver dans des milieux appropriés, non-seulement sous ces différents états, mais encore sous les différentes formes rectilignes, courbes ou spiralées. Il reste maintenant, à faire, pour ainsi dire, la contre-épreuve des expériences qui nous ont permis d'établir la série de ces phases évolutives. Est-il possible, en partant de l'état filamenteux, par exemple, de reconstituer l'état zoogléique ?

Nous avons institué une première série d'expériences, qui consiste à transplanter une goutte de la culture de l'état filamenteux, dans la décoction de Laminaires, sur la gélose, qui s'est montrée si favorable pour la culture de l'état zoogléique.

Voici la succession des phénomènes qui s'opèrent dans ces conditions : la gélose étant contenue, soit dans des tubes à essais, soit dans les petites boîtes aplaties, en verre, dont nous avons parlé plus haut, nous conseillons d'en ensemercer la surface à l'aide d'une fine pipette en verre, préalablement stérilisée à la flamme, non pas suivant des stries, mais en piqûres superficielles (au nombre d'une vingtaine), précaution qui permettra d'analyser plus aisément ce qui se passe dans chaque îlot, et de vérifier si les phénomènes sont iden-

tiques dans chacun d'eux. On pourra faire ainsi, d'un même coup, sur le même milieu et dans les mêmes conditions, une vingtaine d'expériences qui se contrôleront les unes les autres.

Dans les vingt-quatre premières heures qui suivent l'ensemencement, entre  $+ 20$  et  $25^{\circ}$  C, les points inoculés sont occupés par de petites colonies arrondies, d'abord presque imperceptibles et complètement *incolores*. On y trouve, non plus des filaments, mais les éléments constitutifs de ces filaments, sous forme de *Bacterium* très courts, grêles, isolés, mobiles, quelques-uns en *Diplobacterium*, d'autres, plus rares, en *Streptobacterium* de trois ou quatre articles. C'est donc l'état dissocié qui, en vingt-quatre heures, a succédé à l'état filamenteux. Le deuxième jour, ou quarante-huit heures après l'ensemencement, les colonies sont toujours arrondies, mais elles ont quadruplé de volume, et, chose remarquable, on y distingue une teinte orangée, très faible, il est vrai, mais qui s'accroît de jour en jour (davantage), pour atteindre son maximum d'intensité, du troisième au quatrième jour. Si l'on examine les éléments contenus, on les trouve encore isolés; mais leur forme a notablement changé. Quelques-uns sont encore à l'état de *Bacterium* grêles et courts; mais la plupart sont devenus plus volumineux, et ont arrondi leurs contours. En un mot, ce sont de véritables *Micrococcus* en tout comparables à ceux que nous avons signalés, remplissant les sillons des circonvolutions zooglées, au moment de la déhiscence des capsules. Ils sont animés de mouvements browniens très intenses, c'est-à-dire qu'ils sont doués d'une sorte de trépidation sur place très accentuée, plutôt que de mouvements propres. En certains endroits, on les voit accouplés en *Diplococcus*; d'autres, plus rares, en chaînes de *Streptococcus*; quelques-uns, groupés quatre par quatre, en *Tetracoccus*. Dès le troisième jour, on ne rencontre plus d'éléments en *Bacterium*: tous sont transformés en *Micrococcus*. Les mêmes transformations s'opèrent, en même temps, et avec la même rapidité, dans chacun des îlots d'ensemencement. C'est là une première preuve de la pureté des cultures. D'autre part, une parcelle de ces îlots transplantée sur d'autres tubes ou dans d'autres boîtes en verre contenant également de la gélose nutritive, donne les mêmes résultats. Autrement dit: la culture sur gélose, de *Micrococcus* orangés, transplantée sur gélose, donne toujours une culture orangée de *Micrococcus*. Si, au contraire, on



transplante cette culture de *Micrococcus* dans notre première décoction de Laminaires, on obtient, en vingt-quatre heures, l'état filamenteux à la surface du liquide, et l'état dissocié, dans la profondeur. Réciproquement, cette nouvelle culture de l'état filamenteux reportée sur gélose, redonne la culture orangée de *Micrococcus* (1). Il nous semble que c'est la meilleure preuve de la pureté de nos cultures. Si, en effet, la moindre Bactériacée étrangère se fût trouvée mêlée à *B. Balbianii*, elle n'aurait pas manqué de produire, sur la gélose, des colonies d'apparence différente et surtout non colorées comme celle de nos *Micrococcus*. Il se serait passé, sur la gélose, le même phénomène qui se passe dans les cultures sur plaques, pour le triage des différents germes que peut contenir une infusion bactérifère, où l'on peut déceler chaque Bactériacée par la forme et la nuance de ses colonies. Mais une goutte de culture en décoction de Laminaires donne, sur gélose, des colonies qui ont toutes la même forme arrondie, et la même couleur orangée. L'une et l'autre culture appartiennent donc au même organisme.

Quant à la transformation de l'élément *Bacterium* en *Micrococcus*, elle paraît, au premier abord, difficile à expliquer. Cependant, lorsqu'on songe à la différence si minime qui existe entre les deux diamètres du *Micrococcus* et du *Bacterium* court elliptique (0,6 à 0,8  $\mu$  d'un côté; 1 à 1,5  $\mu$  de l'autre), on voit qu'il suffit à cet élément d'arrondir très légèrement ses contours, pour arriver à la forme *Micrococcus*. Il est très facile de s'en rendre compte, en étalant à la face inférieure d'un couvre-objet enduit préalablement d'une mince couche de gélose nutritive, une très petite goutte de la culture de décoction de Laminaires, et en plaçant le tout au-dessus d'une cellule en verre, formant chambre humide, comme nous en avons déjà décrit. Si l'on suit un des petits *Bacterium* grêles et mobiles de cette culture, on le voit s'arrêter peu à peu, et quelquefois se segmenter. Au bout de deux à trois heures, ses contours se sont arrondis, en même temps que son volume a augmenté. Un des caractères les plus distinctifs de ces nouveaux éléments en *Micrococcus*, outre leur coloration orangée, c'est leur élection plus grande que chez les *Bacterium*, pour les couleurs d'aniline. Nous

(1) *Bacterium Balbianii* est donc un nouvel exemple de plus à ajouter à la liste (Voir p. 21) des *Bacterium* ou *Bacillus* chez lesquels on a constaté la transformation de l'élément *Micrococcus* en bâtonnet rectiligne ou inversement.



croions que cela tient à ce qu'il existe, tout autour des *Coccus*, une zone très mince (que l'on peut assez aisément reconnaître sans réactifs), probablement de nature gélatiniforme, et qui, sous l'influence des colorants, vient s'appliquer contre la surface des éléments et les fait par là même apparaître plus foncés et plus volumineux.

Du reste, on peut étudier cette transformation des éléments de l'état filamenteux ou de l'état dissocié en *Micrococcus*, d'une façon plus nette encore, en transportant sur gélose nutritive, la culture obtenue en bouillon de morue légèrement acide. On se rappelle que la Zooglyée cérébroïde ensemencée dans du bouillon de morue acide donne, en douze heures, de fins éléments très actifs en *Bacillus*. Or, ces *Bacillus* transplantés sur gélose à + 25° C., dans les premières vingt-quatre heures après l'ensemencement, perdent peu à peu leurs mouvements, et s'allongent en filaments articulés (*B* — Fig. 4, Pl. ix), où l'on trouve toute la série des éléments que nous avons déjà rencontrés associés dans l'état filamenteux : *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), *Bacillus* ( $\beta^1$ ,  $\beta^2$ ), *Bacterium* longs ( $\gamma^1$ ). Quarante-huit heures après l'ensemencement, on ne trouve plus guère trace de ces filaments du début, leurs éléments se sont dissociés de nouveau, et un grand nombre présentent l'aspect singulier que nous avons figuré (*a. b. c* — *C*. — Fig. 4, Pl. ix). L'ensemble de ces tronçons de filaments affecte une disposition *en crosse* des plus remarquables. Une des extrémités est constituée par deux éléments rectilignes en *Bacterium* long juxtaposés en série linéaire (*c*) ou coudée (*a, b*); l'autre extrémité recourbée est formée de deux séries d'éléments en *Bacterium* court ( $\gamma^3$ ), accouplés deux à deux, et se faisant vis-à-vis. Cette dernière partie du filament arrive à se détacher du reste, et demeure isolée dans la culture, comme on peut le voir en *d*. On trouve un grand nombre de ces éléments réunis 4 par 4, qui proviennent, en réalité, comme le montre le groupe *d* 1, de deux *Bacterium* de moyenne longueur placés vis-à-vis l'un de l'autre, et recourbés en demi-cercle. Aussi, lorsque chacun d'eux se divise, à son tour, en deux courts *Bacterium*, a-t-on sous les yeux un ensemble que l'on prendrait pour un cercle complet (*d* 3 et 4), à un faible grossissement, et surtout sous l'influence d'une coloration trop forte. (1)

(1) MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) l'ont obtenu également chez *Bacillus pyocyaneus*. MILLER (419) figure une disposition semblable parmi les éléments du *Spirochæte buccalis*, et E. KLEIN (326, 326 bis), parmi ceux du *Spirillum cholerae asiaticæ*.

Plus tard, au bout de trois ou quatre jours, les îlots d'ensemencement ne renferment plus aucune trace des bacilles, ni des filaments primitifs : il n'y a plus que des *Micrococcus* (*D*) isolés (*a*) ou accouplés en *Diplococcus* (*b*) ou en *Tetracoccus* (*c*), ou même en *Streptococcus* (*e*). De plus, les îlots d'ensemencements sont devenus orangés. Remarquons toutefois que ces *Micrococcus* sont sensiblement moins volumineux que ceux obtenus primitivement.

Avec le bouillon de morue légèrement alcalinisé par quelques centimètres cubes d'une solution de carbonate de soude, on arrive aux mêmes résultats. Ce bouillon ensemencé avec une parcelle de culture de Zooglées cérébroïdes, donne, en vingt-quatre heures, et à la température de + 25° C., des éléments mobiles disposés en chaînes ou *Streptobacterium* (Fig. 3, Pl. ix). Les uns (*a*) sont uniquement formés de *Bacillus* ( $\gamma^1$ ) et de *Bacterium* longs ( $\beta^1$ ), les autres (*b*, *c*) de *Bacterium* de différentes longueurs ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ). D'autres enfin montrent, sur le même filament (*d*, *e*, *f*), la transformation de leurs éléments en *Micrococcus* par segmentation de leurs *Bacterium* ( $\gamma^3$ ) en éléments plus petits, qui arrondissent leurs contours, en même temps qu'ils deviennent plus volumineux.

Or, ces tronçons de filaments transplantés sur gélose, donnent, au bout de vingt-quatre heures et à + 25° C., des îlots déjà légèrement orangés, formés de *Streptococcus* (*B* — Fig. 3, Pl. ix) : les uns à éléments intimement juxtaposés (*a*), les autres, au contraire, à éléments séparés par des brides de substance interstitielle (*b*). Quelques-uns enfin ne sont plus formés que de deux couples de *Diplococcus* (*c*, *d*) ou même par un seul couple en *Diplococcus* accompagné d'un *Coccus* isolé (*e*, *f*). Quarante-huit heures après l'ensemencement, on n'a plus que des *Micrococcus* (*C*, Fig. 3, Pl. ix) isolés (*a*) ou des *Diplococcus* à éléments plus ou moins rapprochés (*b*, *c*, *d*), suivant l'état plus ou moins avancé de leur segmentation, et la coloration des îlots devenue très orangée. On le voit, l'élément en *Coccus* paraît jouer, dans l'histoire de *B. Balbianii*, un rôle très important. Nous l'avons trouvé dans les sillons des circonvolutions de l'état zoogléique, et nous venons de voir que les éléments, dans l'état filamenteux et l'état dissocié, transplantés sur la gélose, se résolvaient également, en dernière analyse, en *Coccus* chromogènes. Nous avons décrit l'aspect morphologique de cet élément. Quant à son rôle physiologique, nous déclarons que nous sommes très embar-

rassé pour l'expliquer. Tant que le milieu ne change pas, c'est-à-dire dans le cas particulier où on le cultive sur gélose, il conserve tous ses caractères. Si, au contraire, on le transplante dans la décoction de Laminaires, il donne naissance à l'état filamenteux à la surface, et à l'état dissocié dans la profondeur du liquide. Faut-il donc considérer cet élément arrondi comme un élément reproducteur, une sorte de *gonidie*, ou d'*arthrospore*, suivant la dénomination de DE BARY (34)? Au début de nos recherches sur *B. Balbianii*, nous penchions vers cette opinion. Mais il faut bien reconnaître que ces éléments arrondis sont des éléments purement végétatifs, en ce sens qu'ils s'accroissent eux-mêmes par simple division, comme tous les éléments en *Micrococcus* connus jusqu'ici, au contraire des spores, *arthrospores* ou *endospores*, qui, une fois formées, ne s'accroissent plus, et demeurent stables, jusqu'au moment où, dans certaines conditions de milieu, ils reproduisent la Bactériacée par germination. Or, nous le répétons, il n'y a qu'une délimitation insensible, entre le court *Bacterium* elliptique-ovalaire et cet élément en *Micrococcus*; il se transforme graduellement en ce dernier élément quand on le transplante de la décoction de Laminaires sur la gélose, et inversement il retourne à la forme *Bacterium*, puis en chaînette de *Bacterium* et finalement à l'état filamenteux, quand on la reporte de la gélose dans la décoction de Laminaires. En un mot, pour nous et du moins dans le cas particulier de *B. Balbianii*, l'élément en *Micrococcus* n'est autre qu'un *Bacterium* très court, dont tous les diamètres sont égaux.

Nous parlerons tout à l'heure des autres caractères de cet élément arrondi, et en particulier de sa culture sur gélatine, et de sa fonction chromogène, caractères qui nous fourniront une base de diagnose, dans sa comparaison avec les autres éléments chromogènes et en *Micrococcus* observés jusqu'ici. Pour le moment, voyons comment, par l'intermédiaire de cet élément, nous sommes arrivé à reconstituer la phase zooglénique du début. A cet effet, nous avons établi une deuxième série d'expériences, qui consiste à rechercher le milieu favorable à cette reconstitution. Nous avons vu que, si l'on transporte, dans la décoction de Laminaires, une parcelle de la culture orangée sur gélose, on obtient l'état filamenteux, absolument comme avec les Zooglées cérébroïdes, et que, si l'on ensemente une goutte de cette dernière culture sur la gélose, on revient à la culture



orangée sous forme de *Micrococcus*. On obtient absolument les mêmes résultats si, au lieu de décoction de Laminaires, on se sert de bouillons, soit de bouillons de viande de bœuf, soit de bouillon de viande de poisson de mer, ou de bouillons artificiels préparés avec de la peptone. On revient toujours, quand on reporte sur la gélose, à la culture orangée sous forme de *Micrococcus*. Mêmes résultats avec la gélatine nutritive.

Nous avons alors eu l'idée de recourir de nouveau à notre décoction de Laminaires, étendue d'une fois son volume d'eau de mer stérilisée. Dans ces conditions, si l'on ensemence un matras-PASTEUR renfermant quelques centimètres cubes de ce liquide nutritif, avec une parcelle de la culture orangée de *Coccus* obtenue sur gélose, et que l'on soumette le tout à la température de + 35° C., on observe les modifications suivantes :

Vingt-quatre heures après l'ensemencement, à la surface du liquide de culture, comme dans la profondeur, on ne rencontre que des éléments, isolés, très mobiles, en forme de *Bacterium* grêles et courts, quelques-uns en *Diplobacterium*. Pas de traces de filaments. Quarante-huit heures après l'ensemencement, l'aspect microscopique est encore sensiblement le même, avec cette seule différence que le liquide qui ne paraissait pas modifié, est devenu légèrement trouble, mais incolore. Mêmes éléments en *Bacterium*, pas de filaments. Le troisième jour, le quatrième, même aspect. Le liquide est devenu très trouble ; mais il est toujours incolore. Il n'y a que des éléments doués de mouvements très rapides, en *Bacterium* courts. C'est, pour ainsi dire, une culture pure de l'état dissocié.

Si, à cette date, c'est-à-dire au quatrième jour après l'ensemencement, on sème une goutte de cette culture sur la gélose nutritive, à la température de + 25° C., par le procédé des piqûres superficielles et multiples, on obtient, dès les premières vingt-quatre heures après cet ensemencement, de petites colonies arrondies. Elles sont opalescentes à leur périphérie, tandis que, dans leur centre, elles sont plus foncées et légèrement teintées en jaune-orangé. Si, à ce moment, on observe, au microscope, ces petites colonies, on voit que la partie centrale présente déjà une disposition cérébroïde des plus nettes, tandis que, à la périphérie, on reconnaît des groupes de capsules, les unes déjà réunies sous formes de masses serpentiformes, d'autres, tout à fait extérieures, et par conséquent,



les plus jeunes en date, disposées en séries où les éléments sont groupés quatre par quatre, en *Tétrades*, c'est-à-dire parvenues seulement au stade *Merismopedia*.

Au deuxième jour de l'ensemencement, le développement des colonies est bien plus accentué : elles se sont étendues en surface et se sont déjà fusionnées par leur périphérie.

Le centre est maintenant manifestement orangé.

Enfin, du troisième au quatrième jour, la surface entière de la gélose est devenue cérébroïde, et la coloration orangée est arrivée à son maximum d'intensité.

Si, au lieu de soumettre la culture à + 25° C., on la soumet à + 35° C., le développement se fait encore plus rapidement, mais par le même processus. En douze à quinze heures, on voit apparaître des filots zoogléniques, et, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, la surface entière du milieu nutritif est couverte de zooglées orangées.

On peut encore mieux se rendre compte de la formation de l'état zoologénique, en ensemençant, avec une goutte de la culture liquide précédente, la surface de la gélose contenue à l'intérieur d'un porte-objet creusé en *cellule*, et en obturant le tout à l'aide d'un couvre-objet. Par ce procédé, grâce à la raréfaction de l'air, le développement se fait moins rapidement que dans les tubes à essais, et l'on suit aisément le passage graduel de l'état dissocié à l'état zooglénique.

Nous n'insisterons plus sur les diverses phases de ces transformations, en tout point identiques à celles que nous avons décrites dans la première partie de ce travail. Il fallait démontrer la possibilité de reconstituer l'état zooglénique, avec ses caractères si nets et si constants, en partant de l'état filamenteux, et de l'état dissocié. C'est ce que nous pensons avoir établi, et nous ferons remarquer en outre quelle légère modification il a suffi de faire subir au milieu nutritif pour arriver à ce résultat.

Il nous reste à établir l'identité de *Bacterium Balbianii*.

Quelles sont les Bactériacées décrites jusqu'ici avec lesquelles on pourrait confondre l'espèce que nous venons d'étudier ?

Nous commencerons par examiner celles qui ont donné, dans leur culture, des apparences se rapprochant de l'aspect cérébroïde.

D'abord le *Bacillus* que l'on rencontre si souvent sur les pommes

de terre bouillies et laissées à l'air, et décrit par FLÜGGE (218), sous le nom de *Bacillus mesentericus vulgatus*, le *Kartoffel bacillus* des bactériologues allemands (1). Cette Bactériacée, en effet, se développe sur pomme de terre sous forme d'une pellicule ridée et plissée, à replis nombreux, qui lui a sans doute valu sa dénomination. Mais cette apparence n'offre, au microscope, aucune ressemblance réelle avec l'aspect circonvolutionné de l'état zooglétique de *B. Balbianii*. En outre, la coloration n'est point la même : elle est plutôt d'un gris jaunâtre, qui s'éloigne fort de la coloration orangée de notre espèce. Du reste, l'aspect des cultures sur gélatine est absolument différent. Au lieu de l'apparence radiée, due à de fins prolongements périphériques que l'on observe dans les colonies des cultures sur plaques, chez le *Bacillus* de la pomme de terre, et de leur légère coloration jaunâtre, on a, chez *B. Balbianii*, des petites colonies à contours parfaitement arrondis, liquéfiant très rapidement la gélatine, et tout à fait incolores, ou blanc opalin. La coloration orangée, en effet, n'existe que sur la gélose. Avec ce dernier liquide nutritif, *Bacillus mesentericus vulgatus* ne produit qu'une pellicule d'un gris sale, et qui ne prend l'aspect plissé qu'au bout de plusieurs jours de culture ; tandis que nous avons vu l'aspect cérébroïde se produire en moins de vingt-quatre heures, chez *B. Balbianii*.

Nous répéterons la même chose pour un autre *Bacillus*, que FLÜGGE a encore trouvé sur la pomme de terre, et qui ne diffère du précédent que par sa coloration brune : *Bacillus mesentericus fuscus*.

Enfin, un caractère commun à ces deux espèces, la viscosité spéciale de leurs cultures, ne s'observe en aucune phase du développement de *B. Balbianii*.

*Bacillus luteus* décrit aussi par FLÜGGE (218) donne, sur gélatine et sur gélose, une pellicule festonnée, mamelonnée, colorée en jaune d'or intense, et non en jaune orangé ; de plus, *B. Balbianii* liquéfie la gélatine, ce qui n'a pas lieu pour *B. luteus*.

*Bacillus coli communis*, trouvé par ESCHERICH (201), dans les fèces de nouveau nés, par VIGNAL (617 bis) dans les matières fécales normales, donne bien en culture sur plaques, des colonies, qui

(1) Voir aussi le récent travail de M. VIGNAL (618) concernant cette Bactériacée.

présentent une légère coloration jaunâtre et une apparence de circonvolutions; mais ces colonies ne liquéfient pas la gélatine. En outre, elles sont absolument blanches, sur gélose, et verdâtres, sur pomme de terre.

*Bacillus typhosus*, découvert par EBERTH (179), dans la rate et les ganglions mésentériques des malades atteints de fièvre typhoïde, présente sur plaques de gélatine, d'après GAFFKY (235) et d'après CHANTEMESSE et VIDAL (116), de petites colonies à surface vermiculée, rappelant le dessin de circonvolutions cérébrales. Mais elles ne liquéfient pas la gélatine et ne sont pas chromogènes.

D'autres Bactériacées, rangées dans le genre *Bacillus* ou *Bacterium*, présentent aussi, en particulier sur la gélatine, quelques sinuosités ou ramifications; par exemple: les trois Bactériacées dont HAUSER (281) a fait un genre spécial sous le nom de *Proteus*: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. Zenkeri* (1); — *B. mycoïdes* FLÜGGE (218); *B. Zopfii* KURTH (348); *B. alvei* WATSON-CHEYNE et CHESHIRE (630). Mais il n'y a qu'une très lointaine ressemblance entre l'aspect de leurs colonies et celui des colonies de *B. Balbianii*; du reste, aucune de ces Bactériacées n'est chromogène.

C'est encore le cas d'une Bactériacée figurée, mais non dénommée par CORNIL et BABES (141 bis), et qui présente, sur gélatine, une surface circonvolutionnée se rapprochant beaucoup de ce que l'on observe sur gélose, pour *B. Balbianii*: elle n'est pas, non plus, chromogène.

Mais ce n'est pas seulement avec les Bactériacées, dont les formes en *Bacterium* et *Bacillus* présentent des colonies à surface plus ou moins circonvolutionnée, que l'on pourrait craindre de confondre *B. Balbianii*. Nous avons vu, en effet, que, sous la forme *Coccus* ou *Micrococcus*, cette espèce se présente avec l'apparence de colonies parfaitement arrondies, et de couleur orangée, du moins sur la gélose nutritive. On se souvient aussi que c'est également sous cette

(1) Toutefois, l'apparence tortueuse des masses zooglées que l'on trouve dans les cultures sur gélatine de *P. vulgaris*, offre une certaine similitude avec les masses serpentiformes que nous avons décrites au début de l'état zooglée, chez *B. Balbianii*. Mais nous rappellerons d'abord que ces masses serpentiformes ne paraissent que sur la gélose, et de plus, la suite de leur développement n'offre rien de semblable à ce que l'on a décrit chez *P. vulgaris*. Il en est de même des zooglées entortillées décrites par SCHEDTLER (556, après KURTH (348), chez *Bacterium Zopfii*.

forme que se présentent les éléments qui proviennent des capsules du stade ultime de l'état zoogléique, et qui finissent par envahir les sillons de circonvolutions. Il y aura donc lieu de donner les caractères différentiels de cette forme d'élément arrondi de *B. Balbianii* comparée avec les autres formes cataloguées jusqu'ici sous la dénomination générique de *Micrococcus*. Enfin, on n'a pas oublié que, à un certain stade de ce développement de l'état zoogléique, les capsules affectent la disposition de *Merismopedia*, qui, pour nous, n'est qu'un stade évolutif vers la forme dite *Sarcina*. Il faudra donc établir de nouvelles distinctions entre ce stade *Merismopedia* ou *Sarcina*, avec les autres *Sarcina* connus, au moins avec les *Sarcina* à coloration jaune ou orangée. Comme nous aurons surtout à comparer l'aspect sur gélatine nutritive des colonies des espèces connues, il est important de donner les caractères que nous y présente la forme en *Micrococcus*.

Et d'abord sur *plaques*. A la température de  $+ 25^{\circ}$  C., et dans l'espace de douze heures, une goutte de cette culture délayée dans l'eau de mer stérilisée, etensemencée sur gélatine, donne un semis de petites colonies en tête d'épingle, parfaitement arrondies, à contour net et opalescentes. Nulle coloration jaune ou orangée à noter, même parmi les colonies qui éclosent à la surface (1). Dans l'espace de 24 heures, ces colonies deviennent confluentes et ont liquéfié toute la gélatine de la plaque.

*En tube*, et en *piqûre profonde*, on observe les phénomènes suivants, à la même température de  $+ 25^{\circ}$  C. :

Douze heures après l'inoculation, on peut déjà constater, dans toute l'étendue de la *piqûre*, un sillon opalescent en forme d'entonnoir ou de cône allongé dont la base est à la surface de la gélatine. Cette surface, à la base même du cône, est déprimée et, pour ainsi dire, « ulcérée », suivant un cercle parfaitement régulier de trois ou quatre millimètres de diamètre. Au bout de vingt-quatre heures, l'entonnoir s'est élargi et offre l'aspect que nous avons représenté

(1) Nous faisons cette dernière remarque pour montrer que, dans ce cas particulier, la production de pigment n'est pas intimement liée, comme chez un grand nombre de Bactériacées chromogènes (*Micrococcus prodigiosus*, *Bacillus pyocyaneus*, *B. violaceus*, etc.), à la présence de l'oxygène de l'air, mais bien plutôt à la nature même du milieu nutritif.



(A. fig. 5, Pl. ix). La gélatine s'est liquéfiée, dans toute l'étendue de l'entonnoir; mais le long du canal de liquéfaction, elle forme trois zones dilatées (*c*, *d*, *e*), séparées par une partie rétrécie. Dans chaque zone, des éléments bactériens s'amassent sous forme de dépôt blanc laiteux. La surface de la gélatine liquifiée (*b*) s'est encore agrandie et un peu plus déprimée. Les limites en sont d'ailleurs, et toujours, parfaitement circulaires (*C* — *b*). Vingt-quatre heures plus tard, c'est-à-dire quarante-huit heures après l'ensemencement, la surface presque entière de la gélatine est liquifiée (*B* — *b*), le canal de liquéfaction s'est considérablement accru; il reste toutefois une partie encore assez notable de gélatine périphérique non encore liquifiée (*a*). Le fond de l'entonnoir est occupé par un dépôt blanchâtre, nullement orangé, et le reste de la cavité de l'entonnoir, par un liquide opalescent.

A l'examen microscopique, on ne trouve que des éléments en *Micrococcus* : le plus grand nombre, en chaînes plus ou moins longues ou *Streptococcus* de cinq à quinze et vingt éléments, comme nous l'avons déjà figuré. Au troisième jour, toute la gélatine est liquifiée. Les jours suivants, la gélatine liquifiée s'éclaircit peu à peu, en même temps que le dépôt du fond s'accroît notablement.

Ainsi, liquéfaction rapide de la gélatine, et disparition de toute coloration : tels sont les caractères principaux de la culture de la forme *Micrococcus* ou *Coccus*, sur gélatine.

Quels sont les caractères chimiques du pigment orangé qui paraît être particulier à la forme *Micrococcus* cultivée sur gélose ? Ce sont des caractères assez importants, et qui nous permettront de comparer nos *Coccus* avec d'autres *Coccus* également chromogènes, que nous allons passer en revue tout à l'heure.

Ils sont à peu près négatifs. Cette matière colorante est, en effet, insoluble dans l'eau, dans l'alcool absolu, dans les acides et les alcalis. L'acide acétique seul semble la dissoudre faiblement. Il ne saurait donc être question ici de pigment à proprement parler, comme pour certaines Bactériacées chromogènes, telles que *Beggiatoa roseo-persicina*, *Micrococcus prodigiosus*, etc. Du reste, cette matière colorante semble assez fugace; elle diminue, en effet, et finit même par disparaître complètement, après un certain nombre de transplantations sur le même milieu, bien que la forme des éléments en *Coccus* soit conservée. C'est ce que l'on a observé éga-

lement chez d'autres Bactériacées chromogènes, telles que *Micrococcus prodigiosus* et *Bacillus violaceus*, etc.

Nous avons vu aussi que, dans les milieux liquides, cette coloration ne se produisait pas.

Ce phénomène n'est point particulier à *B. Balbianii*.

Citons seulement les expériences de CHARRIN et ROGER (119), qui empêchent la production de la pyocyanine dans les cultures de *Bacillus pyocyaneus* par l'addition d'une faible quantité de sublimé. Le Bacille du lait bleu (*Bacillus synecyaneus* EHRENBERG), qui dans le lait acide (HÜPPE (295)) et dans les solutions de tartrate d'ammoniaque, produit son pigment spécial, reste incolore dans les solutions sucrées et les bouillons (1). Dans les cultures liquides, la coloration de *Bacillus pyocyaneus* s'éteint presque, et celle de *Micrococcus prodigiosus* disparaît complètement (WASSERZUG (627.628)). Le même phénomène se produit chez *B. rosaceum metalloides* (DOWDESWELL (167)) (2).

(1) Le phénomène de la coloration des Bactériacées chromogènes est, du reste, lié à un certain nombre d'autres facteurs des plus importants. L'oxygène, en première ligne, paraît indispensable à la plupart d'entre elles pour que cette production se manifeste, ainsi que l'a fort bien démontré LIBORIUS (370) pour *Micrococcus prodigiosus*, *Bacillus pyocyaneus*, *B. cyanogenus*, *B. fuscus*, *B. fluorescens liquefaciens*, *Sarcina lutea*, *Staphylococcus pyogenes aureus*. Chez d'autres espèces, cette production est en relation directe avec la lumière. C'est ainsi que chez *Micrococcus prodigiosus*, d'après SCHOTTELIUS (563) et WASSERZUG (628), et chez *Micrococcus ochroleucus*, d'après PROVE (514), la fonction chromogène s'accroît sous l'influence de la lumière, pour se ralentir et même s'arrêter complètement dans l'obscurité. Le contraire se passe chez *Bacterium lactis erythrogenes* et *mycoides roseum*, Bactériacées trouvées dans le lait rouge par GÖSTAGROTENFELT (260) : la teinte rose ne se manifeste qu'à l'obscurité.

(2) Il en est de la propriété chromogène, qui disparaît dans certains milieux de culture, comme d'autres propriétés des Bactériacées, la phosphorescence, par exemple. On connaît aujourd'hui un certain nombre de Bactériacées phosphorescentes. Une des plus curieuses est celle que M. le Prof. A. GIARD (251) vient de découvrir, infestant le corps d'un talitre, rencontré sur la plage de Wimereux, et dont les caractères nous paraissent assez nets pour en faire une espèce nouvelle, que nous appelons *Bacterium Giardi*. Or, la propriété photogène de cette Bactériacée, propriété que l'on peut reproduire à volonté par l'inoculation chez d'autres talitres et d'autres crustacés, même terrestres (cloportes), disparaît complètement quand on cultive *B. Giardi* sur certains milieux solides, entre autres la gélose, rendue nutritive par du bouillon de morue légèrement acide. Elle réapparaît, au contraire, en inoculant cette dernière culture à de nouveaux Talitres (252). D'autre part, M. R. DUBOIS, qui, en 1837 (163), avait annoncé que la luminosité observée par lui chez *Pholas dactylus* était due à un ferment soluble, la *luciférase*, admet aujourd'hui (163 bis) qu'il s'agit, au contraire, d'un « ferment figuré symbiotique, *Bacterium pholas*. » La propriété photogène de *B. pholas* s'éteindrait dans les liquides de culture préalablement modifiés, pour réapparaître dans les milieux alcalinisés.

L'insolubilité du pigment dans l'eau, dans l'alcool, les acides et les alcalis, suffit pour distinguer notre Bactériacée, lorsqu'elle se présente sous sa forme de *Coccus* chromogènes, d'avec les autres Bactériacées rangées parmi le genre *Micrococcus*, et à coloration jaune ou orangée, tels que : *Micrococcus aurantiacus* SCHRÖTER (565), *M. ochroleucus* PROVE (514), et les trois *Micrococcus flavus* de FLUGGE (218) : *M. flavus liquefaciens*, *desidens* et *tardigradus*. Un seul *Micrococcus* jaune : *M. luteus*, SCHRÖTER (564) se rapprocherait de la forme *Coccus* de *B. Balbianii* par les caractères de sa matière colorante insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis. Mais outre que cette coloration est plutôt jaune citron que jaune orangé, les cultures de *M. luteus* ne liquéfient pas la gélatine, contrairement à celles de *B. Balbianii*.

Il reste enfin à différencier *B. Balbianii*, sous sa forme *Merismopedia* ou *Sarcina*, d'avec les formes analogues déjà connues, et principalement les *Sarcina* à coloration jaune-orangé.

1° *Sarcina lutea* SCHRÖTER (565 bis) se développe souvent sur les plaques de gélatine laissées à l'air libre. Mais elle ne liquéfie la gélatine que très lentement, et ne donne pas, sur gélose, l'aspect cérébroïde de *B. Balbianii*.

2° *Sarcina aurantiaca* SCHRÖTER (565 bis) se développe également sur les plaques de gélatine, au contact de l'air. Sur plaques, la gélatine n'est presque pas liquéfiée, et on obtient une coloration jaune-ochreux assez prononcée. En tube, la gélatine n'est liquéfiée que très lentement, et la partie liquéfiée conserve une coloration jaunâtre à la surface, à l'inverse de *B. Balbianii*, qui liquéfie très rapidement la gélatine, et s'y décolore complètement.

Sur gélose, la culture est jaune d'or et se présente sous l'aspect d'une membrane plissée, et non, dans aucun cas, avec les caractères propres à la zooglée de *B. Balbianii*.

3° Enfin *Sarcina aurea*, isolé par MACÉ (393) de l'exsudat pneumonique, liquéfie rapidement la gélatine comme *B. Balbianii*, mais y conserve en partie sa coloration jaune d'or. Sur gélose, la surface de la culture est verruqueuse, et non circonvolutionnée.

Pour toutes ces raisons, nous croyons que *B. Balbianii* constitue une espèce à caractères propres, et non décrite jusqu'ici.

Le cycle évolutif de *B. Balbianii*, pour être complet, devrait com-

prendre la description du mode de reproduction par spores. Nous avons rencontré assez souvent dans les cultures déjà anciennes, des éléments un peu plus volumineux que les éléments ordinaires, renfermant des corpuscules arrondis et réfringents. Nous ne saurions affirmer si ce sont là des spores, n'ayant pas observé leur germination. Toutefois, leur réfringence, ainsi que leur résistance aux agents colorants et aux températures élevées (+ 80 à 100° c.), nous donne tout lieu de supposer que ce sont effectivement des spores, produites par voie endogène.

Nous résumerons ainsi les observations et les expériences que nous avons faites sur *B. Balbianii* :

I. — Il existe une Bactériacée chromogène vivant dans les milieux salés et en particulier dans les macérations d'algues marines, qui, par l'ensemble de ses caractères, constitue une espèce nouvelle, *Bacterium Balbianii*.

II. — *B. Balbianii* présente, dans le cours de son existence, un cycle évolutif qui comprend, comme pour *Cl. dichotoma*, quatre états ou phases : l'état filamenteux, l'état dissocié, l'état enchevêtré et l'état zoogléique.

III. — L'état filamenteux se présente sous forme de filaments immobiles plus ou moins longs. On y rencontre les trois formes fondamentales d'éléments bactériens : rectilignes, courbes et spirales. Ces filaments sont essentiellement aérobies, se développant presque uniquement à la surface des milieux de cultures. De plus, ils semblent ne se développer normalement qu'à la surface des milieux liquides.

IV. — L'état dissocié, ici encore, provient de la mise en liberté des éléments constitutifs des filaments. Toutes les formes d'éléments que renferment les filaments peuvent s'y rencontrer : ils sont essentiellement mobiles. La forme la plus constante, et à laquelle aboutissent toutes les autres (au moins les formes rectilignes) est le *Bacterium* court elliptique-ovalaire isolé, ou accouplé en *Diplobacterium*.



A l'opposé des filaments de l'état précédent, qui sont uniquement aérobies, les éléments de l'état dissocié se rencontrent à la surface et dans la profondeur des milieux de culture.

V. L'état *enchevêtré* ne s'est rencontré que rarement dans nos cultures, mais toujours dans les milieux liquides, et à la surface, comme l'état filamenteux, dont il n'est, pour ainsi dire, que l'exagération, puisque les masses enchevêtrées sont constituées par un lacis inextricable de filaments.

VI. — L'état *zoogléique* est la phase du cycle la plus caractéristique. Il est constitué par des masses d'éléments encapsulés dont l'union représente des circonvolutions et des sinuosités donnant à l'ensemble de la zooglée l'aspect cérébroïde le plus net.

Sous cet état, *B. Balbianii* peut se différencier aisément, même dans les cultures à l'air libre, d'avec les autres Bactériacées.

Parmi les stades de développement de cet état zoogléique, les stades *Merismopedia* et *Sarcina* se manifestent de la façon la plus nette.

L'état zoogléique, à l'inverse de l'état filamenteux, peut se cultiver sur certains milieux solides, en particulier sur la gélose nutritive. Il est possible de faire dériver l'état zoogléique de l'état filamenteux, et réciproquement l'état filamenteux de l'état zoogléique par simple modification dans la constitution des milieux de culture.

A l'intérieur des capsules de l'état zoogléique, de même qu'à la période ultime de l'état filamenteux, et de l'état dissocié, c'est encore la forme en *Bacterium* court elliptique-ovalaire que l'on retrouve d'une façon constante : nouvelle raison pour conserver, jusqu'à plus ample informé, la dénomination générique donnée par nous à *B. Balbianii*.

VII. — La coloration particulière jaune-orangé coïncide avec l'apparition de l'élément en forme de *Coccus* ou de *Micrococcus*. Cet élément arrondi, chromogène, dérive directement du *Bacterium* court elliptique-ovalaire, par suite d'une légère modification de volume, et d'égalité dans tous les diamètres. Il n'est pas aussi constant que l'élément *Bacterium* court dont il provient, puisque nous ne l'avons jamais rencontré dans nos cultures en milieux nutritifs liquides.

Mais il existe à la fin de l'état zoogléique, au moment de la déhiscence des capsules. Il remplit alors les sillons des circonvolutions, et c'est lui qui donne à la zooglée sa couleur orangée.

Pour le faire naître de l'état filamenteux, il suffit de transplanter ce dernier (obtenu en milieu liquide) sur un milieu nutritif solide (gélose et gélatine). Dans le premier cas, sur gélose, il se développe en surface avec ses caractères chromogènes ; au contraire, dans le second cas, sur gélatine, il liquéfie rapidement ce milieu et devient incolore. Inversement, on peut reconstituer l'état filamenteux et l'état dissocié en ensemençant une parcelle de la culture en *Coccus*, sur gélose, dans les milieux liquides. En aucun cas, ces cultures en milieu liquide ne présentent la moindre trace de coloration.

VIII. — Selon toute probabilité, *B. Balbianii* se reproduit par spores endogènes.

---

## BACTERIUM OSTEOPHILUM, nov. sp.

---

Nous désignons cette nouvelle Bactériacée sous le terme de *Bacterium osteophilum*, pour rappeler le milieu où elle paraît se développer le plus facilement. C'est, en effet, dans des macérations d'os humains, et principalement d'os entourés de cette graisse jaunâtre bien connue des anatomistes, que nous l'avons observée d'une manière à peu près constante, et, pour ainsi dire, à l'exclusion de toute autre espèce. Enfin, c'est dans ce milieu que nous avons pu, sous différentes influences, étudier son cycle évolutif complet et sa reproduction par *spores endogènes*.

Il suffit de placer des os ou des fragments d'os dans un cristallin assez large et peu profond, rempli aux trois-quarts d'eau de fontaine ou de puits, pour avoir, en plus ou moins de temps, selon la température, une belle végétation de *B. osteophilum*. La température semble jouer un grand rôle dans la succession des différents états par lesquels passe cette espèce, dans le cours de son évolution. En hiver, à une température inférieure à  $+ 10^{\circ}$  C., nous n'avons guère obtenu que le *stade filamenteux* et le *stade dissocié*; tandis qu'en élevant progressivement la température, nous obtenions le *stade enchevêtré* et enfin le *stade zoogléique*. Ici encore, de même que pour *Cl. dichotoma*, cette succession des différents états du cycle évolutif n'a rien de fixe ni de déterminé; et tel ou tel état peut faire défaut, la condition de milieu nécessaire faisant défaut elle-même. Veut-on, par exemple, avoir le *stade zoogléique* d'emblée, étant donnée seulement une culture encore à l'état filamenteux? Il suffit de porter brusquement cette culture à  $+ 30^{\circ}$  à  $36^{\circ}$  C., pour obtenir, en moins de quarante-huit heures, les zooglées typiques de *B. osteophilum*.

Nous reviendrons plus loin, et en détail, sur ces différentes transformations. Qu'il nous suffise, pour l'instant, de les indiquer. L'ensemble de nos observations et de nos expériences nous permet d'affirmer que *B. osteophilum* passe par les quatre états évolutifs

que nous avons constatés chez *Cl. dichotoma* et *Bacterium Balbianii*, à savoir : l'état filamenteux, l'état dissocié, l'état enchevêtré et l'état zoogléique.

Nous allons donc décrire l'aspect de cette Bactériacée sous chacun de ces quatre états évolutifs, et les différentes formes qu'affectent ses éléments : nous nous attacherons surtout à démontrer leur identité de nature et leur réduction à une seule et même espèce.

### ÉTAT FILAMENTEUX.

De même que pour *Clad. dichotoma*, et *B. Balbianii*, l'état filamenteux est l'état d'accroissement proprement dit de la plante. C'est la période de développement où elle se présente sous l'aspect de filaments plus ou moins longs, à l'intérieur desquels sont contenus les différents éléments bactériens qui la constituent en réalité. Ces filaments ne sont point fixés par une de leurs extrémités, comme chez *Clad. dichotoma* ; ils sont, au contraire, libres et disséminés dans le liquide, étant toutefois plus nombreux et plus développés à la surface.

Cet état filamenteux, avons-nous déjà dit, se manifeste à une température assez basse. Nous l'avons obtenu surtout en hiver, dans nos macérations d'os gras, entre  $+5$  et  $+10^{\circ}$  C. Nous le décrirons tel qu'il s'est montré dans les cultures à air libre. Nous l'avons également cultivé, dans certains milieux solides et liquides, à l'état de pureté. Mais, presque toujours, il s'y est montré comme une phase transitoire de peu de durée. Enfin, nous avons pu suivre son développement pas à pas à l'aide du procédé de la *cellule close*, dont nous avons déjà parlé, et étudier son passage à l'état dissocié d'une part, et à l'état zoogléique d'autre part, comme nous le verrons plus loin.

Pour le moment, étudions quelques-uns de ces filaments qui se développent à l'air libre, à la surface d'une macération d'os gras. à la température de  $+5$  à  $+10^{\circ}$  C. Leur longueur est des plus variables : elle peut aller de 15 à 20 et à 50  $\mu$ , et au-delà. On en trouve même qui atteignent 100 et 200  $\mu$  : mais, pour le plus grand nombre, la moyenne est de 20 à 50  $\mu$ . — L'aspect général,



ou le port de *B. osteophilum*, est assez caractéristique. Les filaments sont simples, et non faussement ramifiés comme chez *Clad. dichotoma*. Ils sont libres, et non fixés. Enfin, leur direction n'est pas régulièrement rectiligne, comme c'est le cas pour un grand nombre de Bactériacées, soit à filaments fixés comme *Leptothrix buccalis*, *Crenothrix. Beggiatoa*, etc., soit à filaments libres, comme *Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, etc. Même chez les plus courts filaments, la direction est déjà un peu sinueuse ou flexueuse ( $\alpha^1$ ,  $\alpha^1_a$ ,  $\alpha^1_b$ , fig. 1. — Pl. v); chez d'autres, elle est légèrement arquée (fig. 2 et 4. — Pl. v); chez les plus longs, elle peut présenter des ondulations très prononcées, à courbures inégales, et indépendantes des spirales qu'ils peuvent affecter, à un moment donné (fig. 3, 11, 15, 16. — Pl. v). — La largeur des filaments est également très variable : elle oscille, en général, entre 0,5  $\mu$  et 0,8  $\mu$ , et peut aller jusqu'à 1  $\mu$ , et même presque jusqu'à 1,5  $\mu$ . Elle peut varier, non-seulement sur deux filaments distincts, mais encore sur un seul et même filament. C'est ainsi que les filaments représentés dans les fig. 5, 12, 16 et 28 (Pl. v), ont, à l'une de leurs extrémités, un diamètre transversal plus grand qu'à l'autre extrémité opposée. Enfin, il n'est pas rare d'observer une différence de diamètre, non plus aux extrémités, mais même au milieu du filament. C'est ainsi que, dans la fig. 6 (Pl. v), les éléments  $\gamma^3_a$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ , ont un diamètre transversal sensiblement moindre que celui des éléments  $\gamma^2_b$ ,  $\gamma^4_a$ , situés au-dessus, et des éléments  $\gamma^2$ ,  $\gamma^4$ , situés au-dessous. On le voit : cette différence dans le diamètre transversal de l'une des extrémités, comparé à celui de l'autre extrémité, n'est pas particulière aux bactériacées fixées, comme *Clad. dichotoma*, *Beggiatoa*, *Crenothrix*, etc. Toutefois, le phénomène n'est pas, à beaucoup près, aussi fréquent que, par exemple, chez *Clad. dichotoma*. En réalité, surtout parmi les filaments les plus courts, on trouve presque toujours une égalité à peu près constante dans les dimensions du diamètre transversal. Mais, à côté de tel ou tel filament ayant une largeur donnée, il n'est pas rare de trouver un autre filament de diamètre transversal ou plus long ou plus court : phénomène que nous avons signalé pour les différents tronçons dissociés de *Clad. dichotoma*. Les variations que nous signalons, surtout dans la longueur des filaments, et dans leur forme plus ou moins flexueuse, arquée ou sinueuse, tiennent

évidemment aux conditions de milieu dans lesquelles vit *B. osteophilum*. En effet, cette espèce est une bactériacée vivant à l'état de liberté, dans son liquide de culture, sans être fixée, par l'une de ses extrémités, à un support quelconque, comme *Clad. dichotoma*. Cette autre bactériacée, par cela même qu'elle est attachée, et que, en outre, elle est protégée par l'épaisseur de sa gaine externe, est moins exposée aux différentes variations de courants, de pression, etc., qui peuvent se produire dans un liquide. Conséquemment, *B. osteophilum* ne peut acquérir une longueur aussi prononcée que *Clad. dichotoma*, sans que, par suite des pressions en sens inverses qui s'exercent dans le liquide, et aussi à cause de la fragilité de sa gaine, il ne se fasse des fragmentations dans l'étendue de ses filaments. On aura ainsi des tronçons de filaments vivant indépendants, et dont la longueur et la largeur varieront autant que pour les tronçons dissociés et mobiles de *Clad. dichotoma*.

Les filaments en eux-mêmes comprennent une *paroi* et un *contenu*.

La paroi, ici (*G*, fig. 3, 4, 11, 13. — Pl. v), est simple, et non constituée par une double gaine, comme chez *Clad. dichotoma*. A l'inverse également de la paroi de cette dernière bactériacée, elle est de plus en plus mince, à mesure qu'elle vieillit, et que la segmentation des éléments qu'elle contient est plus active. C'est ainsi que, au début des cultures, on a des filaments cylindriques, ou à peu près, à parois nettement visibles, et parallèles; tandis que, un peu plus tard, à mesure que le travail de segmentation s'avance, la paroi s'étire, pour ainsi dire, en même temps que les éléments constitutifs des filaments s'éloignent les uns des autres. La paroi, devenue très mince, ne s'aperçoit plus, entre les éléments, que sous la forme de légères traînées membraneuses (*a*, fig. 6, 8, 11, 28. — Pl. v), tout à fait comparables aux traînées flagelliformes que nous avons signalées entre les différents éléments de dissociation de *Clad. dichotoma*.

Les réactions de cette paroi sont, d'ailleurs, les mêmes que pour la gaine interne de *Cladothrix*.

C'est pourquoi nous la considérons comme morphologiquement comparable à cette dernière.

Quant au contenu des filaments, il est constitué, comme chez

*Clad. dichotoma*, d'éléments bactériens de formes diverses : *rectilignes*, *courbes* et *spiralées*.

Parmi les formes *rectilignes*, celle qui est la plus récente, c'est-à-dire celle que l'on rencontre presque uniquement sur les jeunes filaments, est la forme en *Leptothrix* ( $x^1$ ,  $x^1_a$ ,  $x^1_b$ , — fig. 1, Pl. v). On l'étudie de préférence sur les filaments qui viennent de germer, et qui n'ont que peu d'heures d'existence. (Voir deux beaux exemples, en *A* et *B*, fig. 4. — Pl. vi). — Isolée, cette forme en *Leptothrix* est très rare. — Donc, ici encore, de même que chez *Cladothrix*, la forme *Leptothrix* est une forme jeune, que l'on trouve au début du développement et de la segmentation des filaments.

Cette forme est même tellement fugace que, si nous n'avions point suivi la germination des spores, pas à pas, nous aurions risqué de la laisser échapper, et d'en ignorer ou peut-être même d'en nier l'existence. Pour avoir une idée de la rapidité avec laquelle cette forme change, par segmentation, il suffit de jeter les yeux sur la même fig. 4 (Pl. vi). On y voit trois filaments *A*, *B*, *C*, très jeunes, puisque l'exospore des spores qui leur ont donné naissance se distingue encore (*Ex.*). Ces trois filaments, à un moment donné, étaient identiques, à part la longueur, et constitués chacun par un élément unique, non divisé : en un mot, par un *Leptothrix*. Au bout d'une heure, l'aspect était tel que nous le figurons, ici, d'après une observation faite par le procédé de la *cellule close*. Le filament *A*, le plus jeune, est encore formé, dans toute sa longueur, d'un seul élément, indivis, en *Leptothrix* ( $x^1$ ) ; le filament *B* commence à se segmenter, par l'extrémité libre, et comprend deux éléments : l'un inférieur en *Leptothrix* ( $x^1$ ), l'autre en *Bacterium long* ( $\gamma^1$ ) ; le filament *C*, enfin, est complètement segmenté en *Bacterium* de différentes longueurs ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ). Si nous insistons tout particulièrement sur ce point, c'est pour affirmer, une fois de plus, que l'élément en *Leptothrix*, ici comme chez *Cladothrix* et *B. Balbianii*, n'est qu'une forme de segmentation, d'où naîtront des formes de plus en plus courtes, et que, par suite, il ne saurait y avoir de genre caractérisé uniquement par cette forme. — Nous sommes persuadé que l'étude attentive du développement graduel de chaque bactériacée montrera que ce stade particulier de la segmentation du filament bactérien, en général, est beaucoup plus fréquent qu'en ne le croit, et que, s'il a échappé à

beaucoup d'observateurs, c'est qu'il est, comme dans *B. osteophilum* extrêmement fugace.

Les filaments, nous venons de le voir, ne restent pas longtemps sous la forme de *Leptothrix*. Ils ne tardent pas à se segmenter en éléments de plus en plus courts. Selon les conditions de milieu, cette segmentation est plus active dans certains cas. C'est ainsi que le filament *C* (fig. 4 — Pl. vi), quoique très court encore, est déjà complètement segmenté en *Bacterium*. Mais on peut trouver d'autres filaments montrant, pour ainsi dire, toute la gradation entre le stade primordial, c'est-à-dire le *Leptothrix*, et le stade ultime, c'est-à-dire le *Bacterium court*. C'est ainsi que le filament représenté fig. 2 (Pl. v), est formé de deux éléments en *Bacillus* : l'un, sur le point de se segmenter ( $\beta^1$ ), l'autre ( $\beta^1_{,,}$ ), complètement divisé en deux *Bacterium* longs ( $\gamma^1_a$ ). Les autres éléments du filament sont des éléments en *Bacterium* long ( $\gamma^1$ ). La fig. 11 (Pl. v) montre un filament où les éléments ne sont déjà plus représentés que par des *Bacterium* : *B.* longs ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_a$ ) ; *B.* courts ( $\gamma^3$ ) *B.* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ), comme terme de passage. On y voit, de plus, certains de ces éléments sur le point de se diviser. Le *Bacterium* long  $\gamma^1$ , par exemple, est sur le point de se diviser en deux éléments plus courts, analogues à  $\gamma^2$  ; tandis qu'un *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ) se sectionne à son tour, pour donner naissance à deux éléments courts, analogues à  $\gamma^3$ . Le filament de la fig. 3 (Pl. v), qui, à l'une de ses extrémités, montre un *Leptothrix* sinueux ( $\varepsilon^1$ ), renferme des éléments qui sont tous encore plus courts que la plupart de ceux de la fig. 11. On y voit également quelques *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ) : mais le plus grand nombre de ces éléments sont des *Bacterium* courts ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^3_a$ ,  $\gamma^3_b$ , —  $\gamma^4$ ,  $\gamma^4_a$ ). La forme  $\gamma^3$  correspond identiquement à la même forme  $\gamma^3$ , décrite chez *Cladothrix* et *B. Balbianii* : tandis que l'élément  $\gamma^4$ , un peu plus court, est plutôt l'analogue du *Bacterium* elliptique  $\gamma^4$ , que nous avons étudié précédemment. Tous deux, ainsi que la figure l'indique, dérivent de la segmentation d'un élément en  $\gamma^2$ , plus ou moins court, dont on observe les différentes phases de segmentation ( $\gamma^2$ , et  $\gamma^2_{,,}$ ).

On le voit : entre le *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ) et le *Bacterium* le plus court ( $\gamma^4$ ), on trouve toutes les formes intermédiaires ; et cela, par simple segmentation d'un élément primitif en deux éléments plus courts. C'est ainsi que d'un *Leptothrix* résulte un *Bacillus* ; d'un *Bacillus*, un



*Bacterium* long ; d'un *Bacterium* long , un *Bacterium* de moyenne longueur ; et de celui-ci , enfin , un *Bacterium* court.

Les fig. 4. 5. 6. 7, 8, 9 et 10 (Pl. v) montrent également l'union de toutes ces formes, et leurs passages de l'une à l'autre. Elles nous montrent, en outre, des filaments presque dépourvus de leur gaine : celle-ci, finalement, n'est plus représentée que par des brides membraneuses ( $\alpha$ ) entre les éléments, qui sont presque tous des *Bacterium* assez courts. De pareils filaments se rencontrent en grand nombre dans les cultures : ils sont encore immobiles, et forment, pour ainsi dire, le passage entre les filaments proprement dits, à gaine continue, et les filaments mobiles de l'état dissocié. Le filament représenté fig. 10 est très intéressant, en ce sens, qu'il fait voir associés : un *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), deux *Bacterium* longs ( $\gamma^1$  et  $\gamma^1_a$ ), un *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ) et un *Bacterium* court ( $\gamma^3_a$ ). Ce filament végétatif et immobile, soumis à une température de  $+ 30^\circ \text{C.}$ , en cellule close, et dans la platine chauffante de RANVIER, s'est montré, au bout de  $\frac{1}{4}$  d'heure, animé de quelques mouvements oscillatoires, et, au bout de  $\frac{1}{2}$  heure, dissocié en ses divers éléments. Il y a donc lieu de croire que cette disposition spéciale des éléments de *B. osteophilum*, juxtaposés en série moniliforme, et séparés par des trainées membraneuses assez longues, indique le passage d'un état à l'autre : de l'état végétatif à l'état dissocié.

Ces chapelets d'éléments offrent encore une autre disposition intéressante : ils font ressortir la forme particulière des éléments rectilignes de *B. osteophilum*. En effet : que l'on considère (Pl. v) le *Leptothrix* ( $\alpha^1$ — fig. 10) ou les éléments en *Bacillus* ( $\beta^1$ , et  $\beta^1_{..}$ , — fig. 2) ou bien les différents *Bacterium* des fig. 7 et 11, on sera frappé de la forme générale en fuseau, ou en citron, qu'affectent tous ces éléments. Peu accentuée dans les filaments où la gaine est encore assez forte pour comprimer les éléments (fig. 11), cette forme s'accroît très nettement dans les filaments où cette gaine ne subsiste plus qu'à l'état de minces brides membraneuses. Le centre de chaque élément est bien plus large que les autres parties ; les extrémités s'amincissent progressivement, et s'atténuent en pointe. Cette forme particulière a reçu un nom spécial en Bactériologie : on l'appelle *Clostridium*, terme créé par TRÉCUL (605). PRAŽ-

MOWSKI (511) a cru trouver, dans cette forme, un caractère suffisant pour établir un genre tout entier de Bactériacées. Or, cette forme est essentiellement transitoire. Chez *B. osteophilum*, comme nous venons de le voir, elle n'existe, bien nettement accusée, que lorsque la gaine, s'amincissant de plus en plus, finit par se réduire à l'état de traînées entre les éléments. Chez *Bacillus amylobacter* et chez *Clostridium polymyxa*, cette forme en fuseau se lie à un phénomène plutôt physiologique que morphologique, puisque les éléments bactériens de ces deux espèces ne deviennent des *Clostridium*, qu'au moment de produire des spores. L'élément, jusque-là cylindrique, se renfle en son milieu, où paraît ensuite la spore. *B. osteophilum* se rapproche, en cela, de ces deux dernières bactériacées. C'est, en effet, au moment de l'apparition des spores, que la forme en fuseau s'accroît davantage. Mais, en dehors de cette période de reproduction, les éléments de *B. osteophilum*, surtout quand ils sont isolés, à l'état dissocié, présentent généralement la forme *Clostridium*. Néanmoins, comme cette forme ne peut s'appliquer ni à la majorité des éléments encore contenus dans les filaments végétatifs, ni surtout aux éléments courbes et spiralés que nous allons étudier, nous n'avons pas cru devoir ranger notre espèce dans le genre *Clostridium* (1).

La largeur des éléments rectilignes est, à peu de chose près, celle des filaments eux-mêmes, l'épaisseur de la gaine filamenteuse étant inappréciable avec nos moyens actuels de mensuration. Cette largeur varie donc entre 0,4 et 0,5  $\mu$ , dans le plus grand nombre des cas : mais, chez les plus gros éléments fusiformes, et dans leur plus grande largeur, elle peut aller jusqu'à 0,8  $\mu$ , 1  $\mu$  et même 1,5  $\mu$ . La longueur des éléments, ainsi que nous l'avons posé en règle pour *Cladothrix*, est en rapport avec leur largeur. La longueur des plus courts *Leptothrix* égale donc au moins dix fois leur diamètre transversal, et varie entre 4 et 5  $\mu$  ; tandis que les plus longs que nous ayons rencontrés, tels que  $x^1$  et  $x^4$ , (fig. 1 — Pl. v), atteignent 12, 13 et 14  $\mu$ . — La longueur des éléments en *Bacillus* et en *Bacterium* est aussi en rapport avec leur diamètre transversal : soit

(1) A rapprocher de *Bacterium Chauvæi*, Bactériacée trouvée dans le charbon bactérien, par ARLOING, CORNEVIN et THOMAS (43) de *Bacillus ventriculus* A. KOCH (331), etc., qui affectent, au moment de la sporulation, différentes formes, suivant la situation de la spore, entre autres : la forme en fuseau ou en *clostridium*.

de 5 à 10 fois ce diamètre, pour les *Bacillus*, et de 2 à 5 fois, pour les *Bacterium*.

Nous venons de voir que les filaments végétatifs de *B. osteophilum* renferment toutes les formes d'éléments rectilignes que nous avons déjà signalées chez *Clad. dichotoma* et *B. Balbianii*, depuis la forme en *Leptothrix* jusqu'à la forme en *Bacterium* court. Nous avons montré : d'une part, l'existence de ces différentes formes sur un même filament, ce qui est la meilleure preuve qu'elles appartiennent à une seule et même espèce ; d'autre part, le passage des unes aux autres, par un simple travail de segmentation.

Nous allons essayer maintenant de démontrer les mêmes propositions pour les formes courbes et spirallées. Les formes courbes sont représentées par des *Vibrio* de différentes longueurs ( $\delta^1, \delta^2, \delta^3 \dots$ ), et les formes spirallées par des *Spirillum* à plusieurs tours de spire ( $\epsilon^1, \epsilon^2, \epsilon^3, \dots$ ). Or, dans les liquides de culture, surtout quand la température s'élève un peu, c'est-à-dire entre  $+ 10^\circ$  et  $+ 20^\circ$  C., on trouve fréquemment des filaments végétatifs, plus ou moins ondulés et flexueux, entièrement formés soit d'éléments en *Spirillum*, soit d'éléments en *Vibrio*. Ces filaments sont associés aux filaments qui ne renferment que des éléments de forme rectiligne. Ce n'était pas sur ces filaments que nous pouvions trouver la preuve que les uns et les autres appartenaient à *B. osteophilum*.

Il s'agissait d'observer, sur un même filament, l'association de ces deux séries de formes : formes rectilignes, d'une part ; formes courbes et spirallées, d'autre part. Nous avons représenté (fig. 12, 13, 15 et 17 — Pl. V) quatre filaments sur lesquels on peut reconnaître, non-seulement la réalité de cette association, mais aussi la réalité du passage des formes rectilignes aux formes courbes et spirallées.

Le filament de la fig. 12 représente : d'abord, un élément en *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ) ; puis, un couple de deux éléments en *Bacillus* ( $\beta^1_a$  et  $\beta^1_b$ ), séparés par un *Bacterium long* ( $\gamma^1$ ) ; enfin, deux éléments légèrement courbes ( $\delta^3$  et  $\delta^{3a}$ ), en sens inverse l'un de l'autre, qui ne sont autres que de longs *Vibrio*. Or, entre l'élément rectiligne  $\alpha^1$  et les éléments courbes  $\delta^3$  et  $\delta^{3a}$ , il n'y a, comme différence, qu'une légère inflexion d'une des faces de ces derniers éléments. — L'élément en *Vibrio*, de quelque longueur qu'il soit, n'est autre qu'un élément rectiligne qui a subi une inflexion sur une de ses faces.



Le filament de la fig. 13 montre, associées, les trois formes : forme rectiligne, représentée par un seul *Bacterium long* ( $\gamma^1$ ) : forme courbe, par trois *Vibrio* de différentes longueurs ( $\delta^2$ ,  $\delta^3$ ,  $\delta^3_a$ ) : forme spiralée, par un *Spirillum* à deux tours de spire ( $\varepsilon^2$ ). Il en est de même pour le filament de la fig. 15 : à côté d'éléments rectilignes courts ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$ , —  $\gamma^3$ ,  $\gamma^3_a$ ,  $\gamma^3_b$ ,  $\gamma^3_c$ ), on voit un *Vibrio* ( $\delta^3$ ), puis des *Spirillum*, à deux tours de spire ( $\varepsilon^2$ ), et à un seul tour ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ,  $\varepsilon^1_b$ ). Remarquons le *Spirillum*  $\varepsilon^1_b$ , dont le tour de spire est effacé ou peu accentué, et qui forme le passage entre le *Vibrio* simplement courbé et le *Spirillum* nettement spiralé. Enfin, le filament de la fig. 17 est formé d'un chapelet de *Bacterium courts* ( $\gamma^3$  —  $\gamma^4$ ), mêlés à des *Vibrio courts* ( $\delta^1$ ,  $\delta^1_a$  —  $\delta^2$ ,  $\delta^2_a$ ).

Ces différents exemples suffisent pour montrer, chez *B. osteophilum*, la coexistence des formes rectilignes et des formes courbes et spiralées (1).

Il nous reste à montrer les relations qui existent entre les formes courbes et les formes spiralées. Nous avons déjà vu le lien insensible qui unit les éléments de forme rectiligne aux éléments de forme courbe. Or, quel est le trait d'union entre le *Spirillum* nettement spiralé et le *Vibrio* simplement courbé ? — En décrivant le filament de la fig. 15 (Pl. v), nous avons déjà dit que l'élément  $\varepsilon^1_b$  formait le passage entre le *Spirillum vrai* et le *Vibrio*. En effet, cet élément  $\delta^1_b$  n'est plus simplement courbé, et n'est pas encore spiralé : il a une forme en S caractéristique, et ressemble absolument aux *Spirillum* à un tour de spire, dont la spire serait effacée. Si l'on jette les yeux sur le long filament spiralé de la fig. 16, on y voit : d'abord, de vrais *Spirillum* à deux ou trois tours de spire ( $\varepsilon^2$ ,  $\varepsilon^2_a$  —  $\varepsilon^3$ ,  $\varepsilon^3_a$ ) ; puis, deux *Spirillum* à un tour de spire, mais à spire effacée ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ) ; enfin, deux *Vibrio* ( $\delta^1$ ,  $\delta^1_a$ ), dont le dernier s'est même segmenté ( $\delta^1$ ). Le passage entre les deux *Vibrio* de l'une des extrémités du filament et les *Spirillum* de l'autre extrémité, est nettement marqué par les *Spirillum* à spire effacée ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ).

D'un autre côté, on peut voir, sur le filament de la fig. 17 (Pl. v), qu'un *Spirillum* primitif ( $\varepsilon^1_{,,}$ ), en effaçant son tour de spire, et en se segmentant, peut donner deux *Vibrio* ( $\delta^2$ ,  $\delta^2_a$ ). Il est même pro-

(1) WEIBEL (631), dans ses études sur les *Vibrions* du mucus nasal, a également trouvé tous les passages entre la forme rectiligne et les formes courbes, et même les formes spiralées.



bable que la chaîne de petits *Vibrio* ( $\delta^1$ ,  $\delta^1_a$ ) qui termine, à l'autre extrémité, ce même filament, n'était primitivement qu'un seul *Spirillum* à plusieurs tours, qui s'est ultérieurement segmenté. Le filament de la fig. 14 semble justifier cette interprétation d'une manière plus claire encore. Avant l'action des réactifs colorants, ce filament ressemblait à un long *Spirillum* à cinq tours de spire. Après l'action de ces réactifs (1), il s'est montré décomposé en ses différents éléments, tels que l'indique la figure. On voit qu'il est formé, en grande partie, d'une chaîne de *Spirillum* à tours de spire effacés ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ,  $\varepsilon^1_b$ ) ; tandis que les derniers tours de spire comprennent des *Vibrio* ( $\delta^2$ ,  $\delta^3$ , ...) provenant manifestement de *Spirillum*, analogues aux premiers. De même, le filament de la fig. 18 (Pl. v), qui, avant l'action des réactifs, ressemblait aussi à un *Spirillum*, s'est montré, après leur action, constitué d'une chaîne de petits *Vibrio* à courbures alternantes ( $\delta^2$ ), réunis par de courtes brides membraneuses. Ces petites chaînes spiralées, formées de *Vibrio* ainsi réunis, conduisent aux longs chapelets flexueux et entrelacés, tels que celui de la fig. 19 (Pl. v), qui sont de véritables *Spirochæte*. — Les longs *Spirochæte* que nous avons, maintes fois, rencontrés au milieu des autres formes de filaments de *B. osteophilum*, sont constitués par de petits *Vibrio* en virgule, ou mieux en *croissant*, qui ne diffèrent en rien des *Vibrio* de ces filaments que nous venons de décrire. Il y a tout lieu de croire qu'ils appartiennent à *B. osteophilum*.

Comme formes curieuses de filaments, nous avons encore à signaler les deux formes que nous avons représentées, fig. 20 et 21 (Pl. v). Ces formes, par la disposition entrelacée des deux branches qui les constituent, rappellent la forme décrite, chez les algues Cyanophycées, sous le terme de *Spirulina*. Dans le filament de la fig. 20, les éléments sont tous égaux, et en *Vibrio* assez longs ( $\delta^2$ ). Dans le filament de la fig. 21, les formes sont plus variées : on y voit des *Spirillum* ( $\varepsilon^1$ ), des *Vibrio* ( $\delta^1$ ,  $\delta^3$ ) et même des *Bacterium courts* fusiformes ( $\gamma^4$ ).

(1) Nous rappelons notre procédé :

1° Colorer, à l'aide d'une solution aqueuse d'une couleur d'aniline (violet de méthyle, fuchsine, résuline) ;

2° Laver, à l'eau distillée ;

3° Faire passer une goutte de la solution iodo-iodurée de RANVIER ;

4° Monter dans la glycérine iodo-iodurée.

Les dimensions des éléments courbes et spirales sont aussi variables que pour les éléments rectilignes. La largeur est la même que pour ceux-ci, c'est-à-dire qu'elle oscille entre  $0,5 \mu$  et  $0,8 \mu$ , en général, mais peut aller jusqu'à  $1 \mu$  et au delà. Il suffit de jeter les yeux sur le filament de la fig. 16 (Pl. v), pour voir la différence notable qui existe entre la largeur des éléments de l'une des extrémités, en  $\delta^1$ , par exemple, et celle des éléments de l'autre extrémité ( $\epsilon^2_a$ ).

La longueur est ici, comme pour les éléments rectilignes, en rapport avec la largeur. Dans les figures, nous avons indiqué les trois principales longueurs de *Vibrio*, par des exposants différents ( $\delta^1$ ,  $\delta^2$ ,  $\delta^3$ ). — Les amateurs de néologismes, en terminologie, auraient beau jeu, ici, de créer des termes nouveaux, pour ces trois principales formes de *Vibrio*, de même que l'on a donné des noms différents aux trois principales formes rectilignes d'éléments bactériens : *Leptothrix*, *Bacillus* et *Bacterium*. — Ces longueurs égalent deux à trois fois la largeur des éléments, chez les plus courts *Vibrio* ( $\delta^1$ ); trois à cinq fois, chez les *Vibrio* intermédiaires ( $\delta^2$ ); cinq à dix fois, chez les plus longs ( $\delta^3$ ). Les plus courts ( $\delta^1$ ), ont donc une longueur de  $1,5$  à  $2,5 \mu$ ; et les plus longs ( $\delta^3$ ) de  $2,5$  à  $5 \mu$  et au delà.

Les longueurs des *Spirillum* de *B. osteophilum*, comme de *B. Balbianii* et *Cladothrix*, sont aussi des plus variées. Nous en avons observé, qui avaient jusqu'à trois tours de spire : nombre que certains *Spirillum* pourraient, sans doute, dépasser. Les plus longs ( $\epsilon^2$ , fig. 12—pl. v) ont de  $14$  à  $15 \mu$ ; les plus courts ( $\epsilon^1_a$ , fig. 16 — pl. v), de  $3$  à  $4 \mu$ . Enfin, comme pour *Cladothrix* également, la hauteur des spires varie beaucoup, non-seulement chez deux *Spirillum* de filaments distincts, mais encore chez deux *Spirillum* du même filament. — Donc, cette hauteur de spire ne peut être donnée comme caractère spécifique. — Chez les uns, elle est seulement de  $3$  à  $4 \mu$  (fig. 16 — Pl. v); tandis que, chez d'autres, elle peut atteindre jusqu'à  $5$  et  $6 \mu$  (fig. 14 — Pl. v).

Quant à la forme générale des éléments courbes et spirales, on peut remarquer : 1° que les spires des *Spirillum* sont moins arrondies que chez *Clad. dichotoma* (*Spirillum undula* et *Sp. volutans*); 2° que la largeur est toujours moins considérable; 3° enfin, que les extrémités, au lieu d'être arrondies, sont, au contraire, effilées en pointe assez aiguë. Il n'est donc pas possible de confondre ces deux

formes de *Spirillum*, même quand on les trouve isolées. — Il n'en est pas de même pour certaines autres formes en *Spirillum*, trouvées jusqu'à ce jour, telles que : *Spirillum rugula* MÜLLER, *Spirillum serpens* MÜLLER, *Spirillum tenue* EHRENBERG, etc. : les distinguer est une tâche très difficile, et qu'il serait même téméraire d'ébaucher actuellement.

Les caractères des éléments en *Vibrio* de *B. osteophilum* sont peut-être encore plus nets que ceux des *Spirillum*. Ce sont principalement les plus courts ( $\delta^1$ , fig. 19 — Pl. v), qui ont un aspect particulier, difficile à confondre avec celui des autres *Vibrio* connus. Chez *B. osteophilum*, l'élément en *Vibrio* a une forme en croissant nettement accusée (1). Les deux extrémités sont également effilées

(1) Cette forme de *Vibrio*, en croissant, a été observée à plusieurs reprises. Sans parler de celui que nous avons décrit chez *B. Balbianii*, ni de celui que l'on trouve dans le tartre dentaire, et qui est connu depuis ROBIN (534) et MILLER (418), ainsi que dans le fromage avancé DENEKE (458), un *Vibrio* à peu près analogue à celui de *B. osteophilum* a eu un retentissement éclatant. Sous la dénomination de *Bacille en virgule*, chez nous, de *Komma*, chez les Allemands, de *Comma*, chez les Anglais, cette forme a été trouvée, par R. KOCH (338), dans les selles de cholériques, et regardée par lui comme caractéristique, et comme l'agent actif du choléra asiatique. FINKLER et PRIOR (213) ont trouvé un *Vibrio* à peu près identique, du moins au point de vue morphologique, dans le choléra-nostros. La forme *Vibrio* de *B. osteophilum* se distingue, même à première vue, du « *Bacille-virgule* » de KOCH, ainsi que de celui de FINKLER et PRIOR. Ces derniers *Vibrio*, en effet, ont les extrémités mousses, et non effilées, et une incurvation un peu moins prononcée. Les dimensions sont à peu près les mêmes. — PETRONE (497) signale, pour le *Vibrio* de KOCH, l'existence de « *Spirilles en vrilles* », formés par des virgules placées bout à bout. Il les considère comme des bactéries-mères, les virgules étant les bactéries-filles. En d'autres termes : les virgules dériveraient des Spirilles. Nous avons vu que c'est également le cas, pour *B. osteophilum*. Les vrilles dont parle PETRONE ont d'ailleurs beaucoup d'analogie avec nos *Spirochæte* (fig. 21, Pl. v). BABES (26) a également observé, chez le *Vibrio* de KOCH, des « *Spirilles* » composés de « *virgules* » juxtaposées. Ces différentes formes ont été aussi observées par VAN ERMENGEM (497). Quant au *Vibrio* de FINKLER-PRIOR, il ne se distingue de celui de KOCH que par l'aspect extérieur de ses colonies, en culture sur la gélatine. Cette forme en virgule ou en croissant a encore été rencontrée par bien d'autres observateurs. MALASSEZ (395) l'a trouvée dans les selles dysentériques; MADDOX (394), dans un réservoir d'eau; TREILLE (606), dans la diarrhée de Cochinchine; STRAUS (582), dans la leucorrhée et les sécrétions du cancer utérin; HÉRICOURT (289), dans les eaux de la Basse-Deûle, à Lille; NICATI et RIETSCH (446), dans les matières fécales normales de l'homme et des animaux. Nous ajouterons encore les différents *Vibrio* trouvés par WEIBEL (631) dans le mucus nasal et l'infusion de foin, le *Vibrio Metschnikovi* décrit par GAMALEÏA (241 bis) dans la gastroentérite cholérique des oiseaux et ceux que METSCHNIKOFF (413) a observés parmi les formes qu'affecte son *Spirobacillus Cienkowskii*. Enfin KARLINSKI (305 bis), chez *Bacillus murisepticus pleomorphus*, et ROSENFELD (545), chez un *Komma-Bacillus* du pus de l'empyème, ont également noté cette forme de *Vibrio*.



en pointe très aiguë, de sorte que la partie centrale de l'élément est bien plus épaisse, comme chez les éléments fusiformes rectilignes. Enfin, des deux faces courbes, la face convexe est presque toujours beaucoup plus nettement courbe que la face concave.

Tels sont les différents aspects que prend *B. osteophilum*, à l'état filamenteux. Nous pensons avoir assez nettement démontré, chez cette espèce, non-seulement l'existence des formes rectilignes, courbes et spiralées, mais encore les passages qui unissent ces différentes formes les unes aux autres.

Quelles sont les influences et les conditions de milieu qui déterminent ces changements de forme ? Voilà une question, certainement très intéressante à élucider, mais qui est tout entière du domaine de la physiologie. Ce que nous pouvons affirmer, c'est que, à une température relativement basse, ne dépassant pas  $+ 10^{\circ}$  C., les filaments à formes rectilignes sont les plus abondants. Au contraire, dès que la température s'élève un peu plus, et que la végétation de *B. osteophilum* devient plus active, les formes spiralées remplacent peu à peu les formes rectilignes. En cela, il y a une grande ressemblance avec le processus de *Clad. dichotoma*. Les formes spiralées apparaissent, en général, quand la fermentation des liquides de culture commence à s'accroître. Il faut aussi remarquer que ces formes spiralées annoncent généralement l'approche de l'état dissocié. Voilà pourquoi peut-être les formes spiralées sont assez rares à rencontrer, associées aux formes rectilignes sur un même filament. La forme spiralée est surtout une forme active : on la rencontre isolée, à l'état libre, plutôt que dans les filaments. Cette torsion que présentent les éléments, à un certain moment de leur existence, paraît être liée à la débiscence des filaments, et faciliterait cette débiscence. Et de fait, si l'on consulte les figures où nous avons représenté quelques-uns de ces filaments à éléments spiralés ou courbes, on verra que les éléments, presque toujours, sont, non plus contenus dans l'intérieur de la gaine, mais juxtaposés bout à bout, unis par de minces traînées membraneuses, et comme tout prêts à se dissocier.

#### ÉTAT DISSOCIÉ.

Comme pour *Clad. dichotoma* et pour *B. Balbianii*, l'état dissocié consiste ici dans la mise en liberté des différents éléments que nous



avons étudiés à l'intérieur des filaments végétatifs. Cet état se produit suivant certaines conditions et circonstances de milieu : en général, quand ce milieu est riche en matériaux, et aussi quand la température est un peu élevée (de  $+ 10^{\circ}$  à  $20^{\circ}$  C.). Nous verrons plus loin que la question de milieu nutritif y est aussi pour beaucoup. C'est ainsi que dans les milieux riches en matières organiques (dans la gélatine et la gélose nutritives, par exemple), l'état de dissociation se montre presque à l'exclusion de tout autre état.

Dans les cultures à l'air libre et dans des macérations d'os gras, cet état s'observe dès les premiers jours de culture, et parallèlement à l'état végétatif. Si la température reste assez basse, et ne dépasse pas  $+ 10^{\circ}$  C., on arrive alors à étudier facilement le passage de l'état filamenteux à l'état dissocié. D'abord, le filament, au lieu de garder sa direction à peu près rectiligne, devient de plus en plus tortueux et flexueux, ce qui indique déjà un certain mouvement général. Puis, la segmentation des éléments contenus dans les filaments devient plus active. En même temps, la gaine, de plus en plus lâche, se laisse distendre par les éléments et s'étire par le fait même de leur propre accroissement. C'est alors surtout qu'on voit ces chapelets d'éléments fusiformes juxtaposés bout à bout en chaînes plus ou moins flexueuses, et séparés seulement entre eux par de minces traînées membraneuses. — Enfin, les éléments situés aux extrémités commencent à se montrer animés de quelques mouvements, qui se communiquent bientôt à tout le filament. Certains éléments, plus actifs que le reste de la masse, se détachent bientôt, et vivent dès lors à l'état isolé, puis sont suivis par les autres éléments, qui achèvent ainsi la désagrégation complète du filament. Cette succession dans les phases du passage d'un filament, de l'état filamenteux à l'état dissocié, n'est pas simplement théorique. Nous l'avons observée en *cellule close* formant chambre humide, pour un grand nombre de filaments. Le filament représenté fig. 23 (Pl. v), par exemple, était un filament primitivement immobile, et presque rectiligne, qui, peu à peu, s'est infléchi en différents sens, et, au bout de une heure et demie à deux heures, à la température de  $+ 25^{\circ}$  c., a commencé à opérer sa désagrégation par les éléments en *Bacterium* court ( $\gamma^4$ ) d'une de ses extrémités. Ce filament est surtout intéressant, parce qu'on y trouve, associées aux formes rectilignes, des formes courbes ( $\delta^1$ ,  $\delta^1_a$ ,  $\delta^1_b$ ) et spiralées ( $\epsilon^1$ ). Le filament de la fig. 22 (Pl. v) est également un filament sur le point

de passer à l'état dissocié, et montre, comme le précédent, des *Bacterium* ( $\gamma^3$   $\gamma^3_a$   $\gamma^3_b$   $\gamma^4$ ) unis à des *Vibrio* ( $\delta^2$ ).

Le filament en *Streptobacterium* de la fig. 28 (Pl. v), uniquement formé d'éléments rectilignes (*Bacillus*  $\beta^1$  — *Bacterium*  $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_a$ ,  $\gamma^2$ ) de différentes longueurs et aussi de diamètres transversaux inégaux, s'est de même désagrégé complètement en ses différents éléments, en une demi-heure à peine, à la température de + 25° C.

Ainsi donc, les mêmes filaments que nous avons étudiés à l'état filamenteux peuvent passer à l'état dissocié, et se désagréger ensuite en leurs différents éléments. Nous avons présenté, dans les différentes figures 24 à 30 (Pl. v), les diverses formes d'éléments rectilignes courbes et spirales, à l'état dissocié, et complètement isolés. On reconnaîtra qu'elles sont identiques aux formes que nous avons décrites dans les filaments.

La fig. 27 représente des *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ,  $\alpha^1_a$ ,  $\alpha^1_{,,}$ ) et des *Bacillus* ( $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ ). Les fig. 24 et 25 représentent les trois formes de *Bacterium* : *Bacterium* long, ( $\gamma^1$   $\gamma^1_a$ ), *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ) et *Bacterium* court ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ).

La fig. 26 montre deux *Streptobacterium* (A et B), formés d'une chaîne de quatre *Bacterium*; tandis que la fig. 28 montre un *Streptobacterium* plus long, déjà décrit, à cinq éléments de différentes longueurs : un *Bacillus* ( $\beta^1$ ) et des *Bacterium* de diverses tailles ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_a$ ,  $\gamma^2$ ).

Dans la fig. 29, on voit les différentes phases de la segmentation d'un *Spirillum*, étudiées à la chambre humide. En I, le *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ) ressemble à ceux que nous avons déjà étudiés, en  $\epsilon^1$  (fig. 16), par exemple : son tour de spire est effacé. En II, une première segmentation divise le *Spirillum* primitif en deux *Vibrio* assez longs ( $\delta^3$ ,  $\delta^3_a$ ), à courbure alterne. Enfin, en III, chacun de ces deux *Vibrio* a donné deux *Vibrio* plus courts ( $\delta^2$ ,  $\delta^2_a$ ). Cette observation montre, une fois de plus, que le *Spirillum* peut donner des *Vibrio*, ainsi que nous l'avons d'ailleurs déjà démontré plus haut (p. 158), pour les éléments de l'état filamenteux, et aussi chez *Cladothrix dichotoma* (p. 61). La fig. 30 montre les différentes formes de *Vibrio*, déjà décrites ( $\delta^1$ ,  $\delta^2$ ,  $\delta^3$ ).

Il est inutile d'insister plus longuement sur les formes d'éléments

que l'on rencontre à l'état dissocié. Toutes celles que nous avons décrites plus haut, dans les filaments, peuvent passer par cette phase. D'un autre côté, tout ce que nous avons dit sur les éléments constitutifs de ces filaments, au sujet de leurs dimensions et de leur forme générale, s'applique également aux mêmes éléments devenus isolés et libres. Ceux-ci ne diffèrent des premiers que par leur mobilité. Les mouvements qu'ils possèdent sont de même nature que ceux que nous avons décrits pour *Cladothrix* : étant d'autant plus prononcés que les éléments sont plus courts et que la fermentation des liquides de culture est plus active.

Il est bon de dire ici, à propos de ces mouvements, que chez *B. osteophilum*, nous n'avons pas été assez heureux pour constater l'existence d'appendices flagelliformes, aux extrémités, ou au moins à l'une des extrémités de ces éléments isolés. Et pourtant, si l'on consulte nos différentes figures, on peut voir nettement, entre les différents éléments des filaments, l'existence de ces minces traînées membranées (*a*. fig. 6, 7, 11, — Pl. v) que nous avons considérées, chez *Clad. dichotoma*, comme les vestiges de la gaine interne, et que certains auteurs ont prises pour de véritables flagellum.

Avant de terminer l'étude des différents éléments que l'on trouve à l'état dissocié, il est intéressant de parler de l'évolution de quelques-uns des éléments en *Vibrio* ( $\delta^1$ ). Ces éléments, à certains moments de leur développement, surtout au moment où ils vont passer à l'état *zoogléique*, subissent, dans leur forme, des modifications importantes. Ils commencent par devenir un peu plus gros, en même temps qu'ils s'immobilisent à la surface du liquide de culture ; puis leur surface concave redevient plane, de manière à présenter l'aspect d'une lentille plan-convexe ( $\delta^1_a$  fig. 31, — Pl. v). L'élément grossit encore et prend ensuite la forme véritable de virgule : l'une des extrémités restant pointue, et l'autre s'arrondissant ( $\delta^1_b$ , Fig. 31, Pl. v). Lorsque celle-ci s'émousse complètement, on obtient presque un élément en *Bacterium* ovalaire ou elliptique ( $\delta^1_c$ ).

Les formes ( $\delta^1_d$ ,  $\delta^1_e$  Fig. 31,) sont des *Vibrio* ayant suivi la même évolution ; mais ils se sont segmentés en même temps et ont fini par donner deux éléments elliptiques accouplés ( $\delta^1_g$ ).

Nous retrouverons ce passage de la forme *Vibrio* à la forme *Bacterium* elliptique court, en parlant de l'état zoogléique (1).

Ce qui importait surtout, c'était de montrer le passage de l'état filamenteux à l'état dissocié, et de prouver, en outre, que les éléments de formes diverses qu'on y rencontre, dans les filaments, peuvent, à un moment donné, s'en échapper et vivre à l'état mobile et isolé.

### ÉTAT ENCHEVÊTRÉ.

L'état enchevêtré de *B. osteophilum* correspond à celui que nous avons décrit chez *Clad. dichotoma*. Les filaments végétatifs qui ont acquis une certaine longueur replient leurs extrémités l'une vers l'autre, et les deux parties ainsi formées, s'enroulant l'une autour de l'autre, déterminent bientôt un enchevêtrement des plus élégants. Le filament représenté figure 19 (Pl. v), uniquement composé d'éléments en *Vibrio* court ( $\delta^1$ ), est un filament sur le point de passer à l'état enchevêtré. Si plusieurs filaments, en même temps et au même point, viennent ainsi à entremêler leurs mailles, on arrive bientôt à avoir des masses de filaments compactes, représentant des écheveaux entrelacés, assez analogues aux masses enchevêtrées déjà décrites chez *Cladotherix* (p. 68).

Toutefois l'aspect de ces masses, chez *B. osteophilum*, n'est pas complètement identique à celui que nous avons figuré chez *Cladotherix*. En A (Fig. 11 ci-contre), la plupart des filaments sont à éléments rectilignes (*a, b, c*) : quelques-uns, sous forme de longs *Spirochæte*, composés de petits *Vibrio* placés bout à bout (*d, e*). Ces différents filaments commencent à se disposer en une sorte d'essaim, mais sans ordre bien déterminé. En B, l'état enchevêtré est complet, avec sa forme et son aspect caractéristiques. Au centre, les filaments en vrille, qui le constituent presque entièrement, dessinent un élégant réseau, dont les mailles représentent des courbes entremêlées dans toutes les directions.

(1) BABES (26), parmi les « virgules » cholérigènes, a rencontré des éléments, dont une extrémité était arrondie, comme nous le signalons ici.



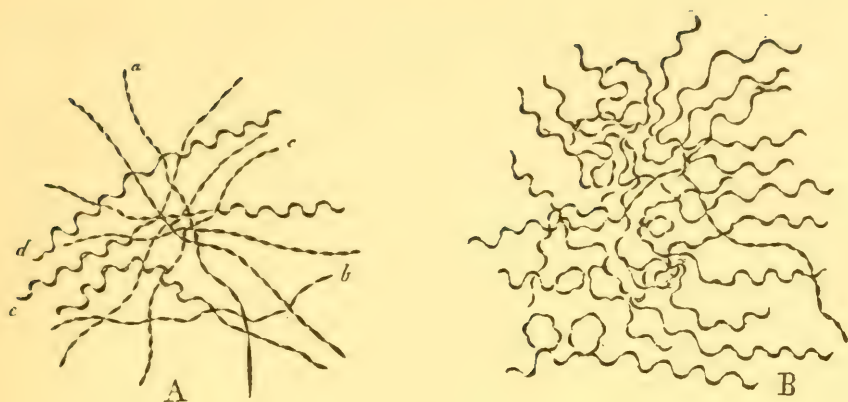


Fig.11. — État enchevêtré de *B. osteophilum*. — A, stade du début ; B, stade final.  
(Gross, 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

A la périphérie, les mailles sont plus lâches : les extrémités des filaments finissent par déborder tout autour de l'essaim (1) central, et achèvent de donner à cet ensemble une disposition « médusoïde » des plus remarquables.

En A et en B (Fig. 12 ci-jointe), nous avons représenté le mode



Fig. 12. — Passage de l'état enchevêtré de *B. osteophilum*, vers l'état dissocié (A) ; vers l'état zoogléique (B). — (Gross, 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

(1) Nous avons souligné, avec intention, le mot *essaim*. C'est un terme employé par un grand nombre de bactériologues, comme synonyme de *Zooglée*. Nous renvoyons à notre tableau de terminologie, pour la définition rigoureuse que nous acceptons comme seule vraie du terme *Zooglée* (p. 24).

de désagrégation de deux de ces essaims : l'un *A*, vers l'état dissocié ; l'autre *B*, vers l'état zoogléique. En effet, le premier (*A*) est formé presque uniquement d'éléments courbes disposés en vrilles. Les différents *Vibrio* qui constituent ces filaments en vrilles, se sont presque désunis et vont devenir autant d'éléments libres et mobiles. D'ailleurs, tout autour de cet essaim, on voit un grand nombre d'éléments « *croissants* », qui étaient actifs avant la fixation par les réactifs colorants. Le second essaim (*B*), où prédominent les filaments à éléments rectilignes, montre bien encore un des essaims précédents en voie de désagrégation. Tous les filaments semblent diverger d'un centre commun (*a*), véritable *centre de dispersion*. Quelques-uns même (*c*, *d*) sont déjà entourés d'une capsule gélatiniforme très nette, indice caractéristique du passage à l'état zoogléique. Nous étudierons plus loin, et plus en détail, cette transformation.

Il nous suffit, pour l'instant, de montrer que l'état enchevêtré est ici, comme chez *Clad. dichotoma*, un état particulier, qui peut évoluer, tantôt vers l'état dissocié, tantôt vers l'état zoogléique. L'ensemble de nos observations et de nos expériences n'est pas suffisant pour nous permettre d'indiquer sous quelles influences exactes, et sous quelles conditions, cette évolution se fait plutôt vers l'un ou vers l'autre état. Cependant nous pouvons affirmer qu'ici, comme chez *Cladothrix dichotoma*, *Bacillus anthracis* et *B. subtilis*, les masses enchevêtrées les plus considérables se rencontrent dans le fond des liquides de culture ; et que là, loin d'évoluer vers un autre état, elles se développent quelquefois d'une façon considérable, et même au point de se distinguer à l'œil nu, sous forme de flocon laiteux et nuageux.

A la surface, au contraire, ces masses enchevêtrées sont bien moins considérables et essentiellement instables et changeantes. Elles ne restent pas longtemps sous forme d'écheveaux de filaments entrelacés. Elles se désagrègent rapidement, pour évoluer vers l'état dissocié de chacun de leurs éléments, quand la fermentation est assez active et la température un peu supérieure à + 10° C. Si la température s'élève davantage (+ 20° à 25° C., par exemple), c'est plutôt vers l'état zoogléique qu'elles évoluent. Il suffit, en effet, de placer quelques-unes de ces masses enchevêtrées à l'étuve

à incubation, à  $+ 25$  à  $30^{\circ}$  C., pour les voir se désagréger, en moins de 24 heures, et obtenir les zooglées typiques.

Si l'on se rapporte à ce que nous avons dit sur le même état enchevêtré, pour *Clad. dichotoma* (p. 71), on verra que, chez les deux Bactériacées, il y a une grande ressemblance dans la genèse et l'évolution de cet état particulier. De part et d'autre, en effet, les masses enchevêtrées se produisent surtout dans la profondeur des liquides, à l'abri de l'oxygène de l'air, tandis que celles qui atteignent la surface se désagrègent rapidement, sous la triple influence de la fermentation, de la température et de l'oxygène de l'air, pour passer, soit à l'état dissocié, soit à l'état zoogléique.

Nous ferons, d'ailleurs, remarquer que, pour atteindre l'état zoogléique, les éléments d'un filament doivent forcément se désagréger de leurs filaments générateurs, et, en conséquence, passer par l'état dissocié. L'état enchevêtré est donc un véritable état intermédiaire entre ces deux états ultimes du développement des Bactériacées.

### ÉTAT ZOOGLEIQUE.

L'état zoogléique de *B. osteophilum*, que nous allons décrire maintenant, est, de même que pour *Clad. dichotoma* et *B. Balbianii*, des plus caractéristiques.

C'est à la surface des macérations d'os gras que l'on peut suivre, non-seulement les stades successifs de cet état zoogléique, mais encore sa genèse, c'est-à-dire son mode de formation et son développement.

Cette formation est également en rapport avec la température. C'est ainsi que, à une basse température, de  $+ 5$  à  $10^{\circ}$  C., on n'observe que l'état filamenteux ou l'état dissocié. Si la production de zooglées finit par s'opérer dans ces conditions, ce n'est que très tardivement et d'une façon incomplète. En été, au contraire, l'état zoogléique se manifeste dès les premiers jours de la mise en culture. Enfin, si l'on veut, en 48 heures, obtenir une riche végétation zoogléique, il suffit de placer les liquides de culture à l'étuve-incubateur, à  $+ 30-35^{\circ}$  C.

Le développement zoogléique se fait alors avec une rapidité et

une énergie telles que , en deux ou trois jours , la surface tout entière des vases de culture est recouverte d'une pellicule épaisse de un à deux millimètres , d'un blanc laiteux opalin , adhérente à la paroi ; on y trouve uniquement et exclusivement des masses zooglées d'un aspect et d'une forme caractéristiques, que nous décrivons bientôt.

Commençons par étudier la genèse de cet état zooglée. C'est surtout , nous l'avons déjà dit , en suivant la désagrégation des masses enchevêtrées qu'il est facile de se rendre compte de la formation de l'état zooglée. D'un point central, ou *centre de dispersion*, les différents filaments qui s'enchevêtraient d'abord les uns dans les autres, divergent dans toutes les directions, et d'autant plus facilement que la température est plus élevée. Les différents éléments, rectilignes, courbes ou spiralés, dont ils se composent, s'isolent bientôt les uns des autres et s'entourent d'une capsule gélatiniforme pour faire partie définitivement de l'état zooglée. Quant aux filaments isolés de l'état filamenteux ou de l'état dissocié, leur passage à l'état zooglée suit , à peu de chose près, le même processus. Il faut toujours que ces filaments soient à la surface. Là, ils deviennent immobiles, se segmentent rapidement en éléments de plus en plus petits, s'entourent d'une enveloppe gélatiniforme, et suivent, plus tard, la même évolution que les premiers.

Entrons maintenant dans plus de détails et analysons plus intimement le mode de formation de l'état zooglée. La figure 8 (Pl. VI) montre la première phase de cette évolution, au bout de vingt-quatre heures de culture.

Dans un petit cristalliseur contenant environ vingt centimètres cubes d'eau de fontaine, simplement filtrée, on place un os ou morceau d'os revêtu de sa couche graisseuse. Le cristalliseur, recouvert d'une couche d'ouate stérilisée, est mis à l'étuve-incubateur, à la température de + 35 à 36° C. Au bout de vingt-quatre heures, la surface tout entière du liquide de culture se montre recouverte d'une pellicule mince, d'apparence laiteuse, peu épaisse, mais déjà adhérente à la paroi du cristalliseur. On y trouve encore quelques filaments, un grand nombre d'éléments de formes diverses, dissociés, isolés, mais déjà immobiles; enfin, quelques masses enchevêtrées, compactes, mais la plupart en train de se désagréger sous forme de centres de dispersion. C'est un de ces aspects que



nous avons représenté, fig. 8 (Pl. VI). En *A*, *B*, *C* et *D*, se trouvent quatre centres de dispersion. Autour du centre *A*, le plus important, rayonnent quatorze filaments ou tronçons de filaments, à un stade plus ou moins avancé de leur formation zooglétique. Quelques-uns, tels que les filaments *II*, *IV* et *V* (de même que les filaments *I* et *III* du centre *B*) ressemblent encore aux filaments végétatifs que nous avons décrits; on y voit des séries d'éléments de formes diverses (rectilignes, courbes et spirales), placés bout à bout. Mais le plus grand nombre sont déjà entourés d'une mince enveloppe ou capsule gélatiniforme. Parmi ces filaments, les uns, tels que *I*, *VI*, *VIII*, *X*..., sont complètement entourés d'une capsule allongée, ininterrompue suivant toute leur longueur; d'autres ont une capsule festonnée, mais encore ininterrompue (*XI*, *XII*); d'autres, enfin, ont une capsule qui entoure chacun des éléments constituant le filament primitif ou des groupes d'un petit nombre d'éléments (*VIII* — *c*, *d*, *e*, *f*). Si l'on veut étudier, à un plus fort grossissement, ce passage des filaments à l'état zooglétique, on n'a qu'à se reporter à la figure 13 (Pl. VI). D'un centre de dispersion *A* partent trois filaments, *AB*, *AC*, *AD*, ayant primitivement chacun leur capsule gélatiniforme complète, et qui, en deux heures, à la chambre humide, et à la température de + 30 à 35° C., se sont peu à peu segmentés en éléments de plus en plus courts, et encapsulés, comme l'indique la figure. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin, et plus en détail, sur ce mode d'enveloppement capsulaire. Auparavant, il est préférable de décrire le mode de groupement des filaments et de leurs éléments, et de montrer comment ils arrivent à constituer des masses de plus en plus confluentes, jusqu'à la forme zooglétique parfaite et définitive.

Ainsi qu'on peut le voir, sur les filaments *AB*, *AC*, et surtout sur le filament *AD* de la figure 13 (Pl. VI), la direction plus ou moins rectiligne d'un filament passant à l'état zooglétique ne subsiste pas longtemps. Il se fragmente bientôt en différents tronçons, précisément aux points où existaient antérieurement les brides membraneuses dont nous avons souvent parlé. Puis, chacun de ces tronçons s'entoure d'une membrane capsulaire gélatiniforme, ayant la forme générale des éléments qu'elle englobe, mais dont le diamètre transversal peut égaler deux et trois fois le diamètre même de ces éléments. Cette capsule, d'abord peu sensible aux réactifs

colorants, le devient davantage à mesure qu'elle s'accroît et que le processus zoogléique fait lui-même des progrès. Un filament initial peut ainsi se fragmenter en deux tronçons, puis en quatre, huit, et même davantage : chacun de ces tronçons étant enveloppé par une capsule spéciale, et renfermant une série d'éléments généralement assez courts.

Du sort ultérieur de ces tronçons, de leur mode de groupement et de leurs rapports les uns avec les autres, va dépendre la forme spéciale que prendra peu à peu la zooglée définitive de *B. osteophilum*.

Et d'abord, ces différents tronçons vont insensiblement s'écarter les uns des autres; et, en général, tous d'un même côté et dans le même sens, soit à droite, soit à gauche de l'observateur. En même temps, chaque tronçon, par son extrémité inférieure, se rapproche du tronçon qui le précède, en même temps qu'il semble glisser le long de ce tronçon, tandis que l'extrémité supérieure s'en écarte de plus en plus et s'incline légèrement vers la base du filament primitif. Si cette disposition se répète pour chaque tronçon, on obtient un ensemble dont l'aspect rappelle assez le mode de dichotomisation dit *scorpioïde*. Tel est le groupement de tronçons représenté ci-contre (Fig. 13).

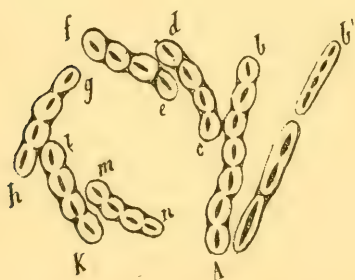


Fig. 13. — État zoogléique de *B. osteophilum*. Stade *scorpioïde*, à éléments rectilignes. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

On y voit deux tronçons  $Ab$  et  $Ab^1$ , qui divergent du centre de dispersion A. Le second  $Ab^1$  est formé de trois séries d'éléments ayant chacune sa capsule. La disposition générale rectiligne est encore presque entièrement conservée. Le tronçon  $Ab$ , au contraire, fait partie d'un filament primitif, d'abord également rectiligne, et qui se termine au point  $n$ . En réalité,  $AB$  n'est

qu'un des tronçons qui proviennent de l'ancien filament initial. Chacun des autres tronçons a une direction générale obliquant à gauche, par rapport à la direction primitive, qui était celle du tronçon  $Ab$ . C'est ainsi qu'au point  $c$ , le deuxième tronçon ( $cd$ ) diverge du premier, sous un angle aigu, et s'incurve légèrement

vers la gauche, après avoir glissé jusque vers la partie médiane de *Ab*. Le troisième tronçon (*ef*) diverge du précédent, après avoir également glissé le long de celui-ci. Le quatrième (*gh*) non-seulement diverge du précédent, mais son extrémité *h* s'incline et s'incurve fortement vers le bas.

Cette disposition s'accentue davantage encore pour les deux derniers tronçons (*lk* et *mn*) : ceux-ci ont tellement divergé du tronçon précédent, en se rapprochant de la base du filament, que le point *n* est sensiblement voisin du centre initial de dispersion *A*. On n'a qu'à consulter la figure 13 pour être frappé de la disposition singulière qu'affectent ces différents tronçons entre eux. Nous insistons tout particulièrement sur ce stade scorpioïde ; car nous l'avons trouvé, d'une manière constante, au début de l'état zooglétique de *B. osteophilum*, et il ne se rencontre pas, ou du moins il n'a encore été ni signalé ni figuré chez aucune autre Bactériacée.

Cette disposition scorpioïde imprime, dès lors, à la zooglée de *B. osteophilum*, une allure toute spéciale et dont on retrouve la trace jusque dans la forme définitive. Si, en effet, on étudie attentivement les figures 8 à 12 (Pl. VI), qui montrent l'évolution successive de cette zooglée, il sera facile de retrouver la direction générale imprimée par ce stade scorpioïde.

Dans la figure 9, on voit deux groupes scorpioïdes bien nets, partant des deux centres de dispersion *A* et *B*. Le premier groupe ne comprend pas moins de 15 tronçons principaux. Chacun d'eux diverge du précédent et s'infléchit progressivement vers la base, à tel point que le tronçon 15 se rapproche singulièrement du centre de dispersion *A*. De même, pour le second groupe, formé de trois filaments primitifs (*I*, *II*, *III*), dont les différents tronçons affectent également la disposition scorpioïde et s'infléchissent vers le centre *B*.

Dans la figure 10, les capsules ont singulièrement augmenté de volume, et la disposition des éléments à leur intérieur a varié en même temps que leur nombre s'est accru. Cependant la forme générale scorpioïde se distingue encore. Le centre de dispersion *A* est bien net ; et les différents tronçons, dont la forme s'est modifiée, divergent les uns des autres, et convergent vers le centre *A*. Enfin, dans la figure 11, où les différentes masses capsulaires se sont plus ou moins agglomérées (*A*, *B*, *C*), il est encore possible de distinguer la trace de cette incurvation spéciale du stade primitif scorpioïde.



Nous venons de voir les rapports qui existent entre les différents tronçons d'un même groupe scorpioïde. Nous allons maintenant décrire les modifications qui s'opèrent dans le tronçon lui-même et sa membrane capsulaire. Nous arriverons ainsi à nous rendre compte de l'aspect extérieur qu'affecte la disposition zoogléique définitive, ainsi que de la nature et de la forme des éléments qu'elle renferme.

Déjà la figure 13 (Pl. vi) donne une idée générale des transformations successives subies par les différents tronçons qui composaient primitivement les filaments issus du centre de dispersion A.

Le filament *AB* s'est fragmenté en trois tronçons, dont le premier ne renferme qu'un seul élément en *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), le deuxième un *Bacillus* ( $\beta^1$ ), le troisième deux *Bacterium* assez courts ( $\gamma^3$ ). Le filament *AC* s'est fragmenté également en trois tronçons : le premier encore indivis, est un *Spirillum* ( $\varepsilon^1$ ) à spire effacée, le deuxième, primitivement formé d'un seul élément, renferme deux *Bacillus* ( $\beta^1, \beta^1_a$ ), encore compris dans une même capsule, mais sur le point de se scinder complètement. Enfin, le troisième montre, dans une même capsule, un *Bacterium* se segmentant ( $\gamma^2_{,,}$ ), et deux autres groupes de *Bacterium* courts ( $\gamma^4$ ), provenant évidemment de la segmentation de *Bacterium* primitifs plus longs, analogues à  $\gamma^2$ . Le troisième filament *AD* ne possède plus que des vestiges de sa direction rectiligne première. Il s'est fragmenté en plusieurs tronçons complètement séparés les uns des autres, et encapsulés, où les éléments sont à un état de segmentation avancé ( $\gamma^1, \gamma^2, \gamma^3, \gamma^4$ ). D'après cette figure, il est facile de comprendre que les filaments primitifs qui divergent d'un centre de dispersion quelconque, ne restent plus longtemps sous la forme filamenteuse. D'abord, chacun d'eux s'entoure d'une gaine capsulaire peu épaisse et peu dense, pour se fragmenter bientôt en autant de tronçons qu'il contient d'éléments. Puis, chaque tronçon s'isole des autres, et acquiert sa capsule propre. Enfin, à l'intérieur des tronçons, les éléments se segmentent, à leur tour, en éléments de plus en plus courts jusqu'au terme ultime de cette segmentation : le *Bacterium court* ( $\gamma^4$ ).

La figure I (Pl. vii) est, pour ainsi dire, le complément de la précédente. Non moins instructive, elle nous montre l'évolution d'un tronçon, depuis le début de la formation zoogléique jusqu'à sa forme définitive. Dans le stade 1, le tronçon est encore formé, comme tout à l'heure, d'un seul élément en *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), entouré d'une



capsule peu épaisse et peu accentuée. Au stade 2, le tronçon, d'abord indivis, s'est segmenté en deux éléments plus courts en *Bacillus* ( $\beta^1$ ,  $\beta^1_a$ ), réunis par une mince bride membraneuse. Les deux éléments sont encore contenus dans la même capsule ; mais cette capsule s'étrangle déjà au point de séparation des deux éléments. Au stade 3, les deux éléments précédents se sont segmentés chacun en deux autres encore plus courts, c'est-à-dire en *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ). La capsule gélatiniforme est encore unique ; mais elle se festonne autour de chaque élément. Au stade 4, les quatre éléments du stade précédent sont complètement isolés ; ils sont entourés chacun d'une capsule qui s'épaissit, et prend davantage les matières colorantes (1). De plus, ces éléments commencent à jouer les uns sur les autres, et à prendre une direction oblique. Au stade 5, chaque élément se segmente en deux autres plus petits encore, c'est-à-dire en *Bacterium* assez courts ( $\gamma^3$ ) : c'est la disposition caractéristique du stade scorpioïde (fig. 9, Pl. VI). Enfin, au stade 6, le tronçon primitif a totalement changé de forme. Les quatre capsules du stade précédent, à direction oblique, ont épaissi considérablement leurs enveloppes. De plus, elles se sont réunies en une capsule unique, allongée, divisée en quatre loges de forme rectangulaire, plus ou moins régulière, par des cloisons, vestiges des parois des capsules primitives. A l'intérieur de chaque loge, existe maintenant quatre éléments en *Bacterium* courts ( $\gamma^3$ ), provenant de la segmentation des deux *Bacterium* qui occupaient les capsules du stade précédent. Ces quatre éléments sont disposés dans chaque loge, avec une certaine symétrie, se faisant « vis-à-vis » deux par deux, comme dans les petites zooglées au début de *Cladothrix* et de *B. Balbianii*. On retrouve ici encore la disposition typique en *Tétrades* ou en *Merismopedia*. Cette forme n'est donc ici, comme pour *Cladothrix* et pour *B. Balbianii*, et comme nous le verrons aussi chez *B. parasiticum*, qu'une phase transitoire de l'état zoogléique. Le stade 7 montre le développement de la capsule générale précédente. La membrane d'enveloppe et les cloisons séparant les quatre loges, se sont

(1) L'analogie de nos figures avec celles de TOMASCHEK (604), dans son étude de *Bacillus muralis*, est frappante. Toutefois nous n'avons pas observé, comme lui, la formation et la germination des spores à l'intérieur des capsules. Comparer aussi nos dessins avec ceux de REINKE et BERTHOLD (527), qui figurent une disposition capsulaire absolument analogue chez *Bacillus subtilis*. Il est évident que l'on assiste là à un mode de formation zoogléique qui doit être très répandu dans le groupe des Bactériacées.

encore épaissies, et se colorent vivement par les réactifs. Les loges *a* et *b* montrent encore la disposition en *Merismopedia* des éléments. La loge *c* montre deux éléments ( $\gamma^3$ ), sur le point de se segmenter, pour aboutir à la disposition en *Merismopedia*. La loge *d* renferme huit *Bacterium* très courts ( $\gamma^4$ ), et s'apprête à se diviser en deux loges supplémentaires.

En 8, la capsule générale s'est allongée considérablement; l'enveloppe gélatiniforme s'est encore épaissie, et la division des éléments, à l'intérieur des quatre loges primitives, s'accroît. Il n'y a plus que la loge *d*, où la disposition en *Merismopedia* soit encore visible. Dans la loge *c*, les quatre éléments primitifs sont sur le point de se segmenter; la loge *a* renferme huit *Bacterium* assez courts ( $\gamma^3$ ), et la loge *b* seize éléments en *Bacterium* très courts ( $\gamma^4$ ). La succession de ces trois stades (6, 7 et 8) est nettement visible sur la figure 10 (Pl. vi). Enfin le stade 9 représente deux loges primitives (*A* et *B*) d'une des capsules générales des stades précédents, et dont l'agglomération constitue les masses agrégées et lobulées de la forme zooglée définitive (telles que les masses *EH*, fig. 11. Pl. vi). Ces deux loges réunies sont englobées dans une même enveloppe capsulaire très épaisse. L'une d'elles (*A*) s'est divisée en trois loges secondaires (*a*, *b*, *c*), séparées par de minces travées rectilignes; l'autre (*B*), en quatre loges secondaires (*a*, *b*, *c*, *d*) disposées en croix, et nettement séparées les unes des autres par des cloisons épaisses. A l'intérieur de chacune de ces loges, on trouve un grand nombre d'éléments en *Bacterium* courts ( $\gamma^4$ ). La forme arrondie et la lobulation de ces masses encapsulées (lobulation qui correspond à chaque loge secondaire) donnent à tout cet ensemble une apparence qui le fait ressembler, d'une manière frappante, à des coupes d'acini d'organes glandulaires. Que plusieurs de ces grappes de capsules, assez volumineuses, représentant autant de tronçons de filaments primitifs, viennent à s'agglomérer suivant le mode scorpioïde que nous avons décrit, et l'on aura une zooglée définitive des plus caractéristiques, que nous ne pouvons pas mieux désigner que par le terme : *Zooglée aciniforme* (fig. 11 et 12, Pl. vi).

Quant aux éléments qui sont contenus à l'intérieur des loges secondaires, ce sont des éléments en *Bacterium* court ( $\gamma^4$ ), qui, vus à un faible grossissement, paraissent arrondis, et que l'on prendrait pour des *Micrococcus*. L'aspect de ces colonies de *Bacterium* com-

prises dans une capsule commune ressemble assez, et toujours à un faible grossissement, à cette forme de zooglée qu'on a désignée sous le nom d'*Ascococcus* (1), et dont on a fait un genre de Bactériacées. En réalité, ce seraient plutôt des *Ascobacteria*, suivant la dénomination de M. VAN TIEGHEM (597). De même que pour la forme *Merismopedia*, la forme *Ascococcus*, ou *Ascobacteria*, ne saurait avoir ici d'autre signification que celle d'un stade zoogléique.

Tel est le mode de formation de la zooglée de *B. osteophilum*, dans le cas du moins où les formes rectilignes prédominent. Le mode d'évolution est-il le même pour les zooglées où prédominent les formes d'éléments courbes et spirales ?

Dans les cultures forcées, c'est-à-dire dans celles que l'on obtient en soumettant un liquide de culture à + 30 et 35° C., il y a presque toujours prédominance des éléments rectilignes. Il est pourtant facile de se convaincre que, parmi les éléments des filaments qui passent à l'état zoogléique, dans ces conditions, on rencontre un certain nombre de formes spirales et courbes. La figure 8 (Pl. VI) montre, en effet, partant du centre de dispersion *D*, un filament (*III*) composé de *Vibrio* ( $\delta^2$ ) et de *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ), associés à des *Bacterium* ( $\gamma^3$ ). De même, le filament *X*, appartenant au centre de dispersion *A*, renferme, non-seulement deux *Bacterium*, mais encore deux *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ), etc... A un plus fort grossissement (fig. 13, Pl. VI), on voit nettement le *Spirillum*  $\epsilon^1$ , à spire effacée, partant du centre *A*, et qui faisait primitivement partie du filament indivis *AC*. Ce *Spirillum* est uni à plusieurs éléments rectilignes (*Bacillus* et *Bacterium* de différentes longueurs).

Dans les cultures à l'air libre, qui sont un peu anciennes, et où l'état zoogléique se produit peu à peu, en plusieurs jours, sous l'influence combinée de la chaleur et de la fermentation, quand le milieu est devenu moins nutritif, moins favorable au développement des filaments végétatifs et des éléments dissociés, on trouve plutôt des zooglées avec prédominance des éléments courbes et spirales. Or, l'évolution zoogléique, dans ce cas, est absolument identique à celle que nous venons de décrire, c'est-à-dire qu'on y retrouve les trois stades principaux : stade de *dispersion*, stade *scorpioïde*, stade *aciniforme*.

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 24).



Enfin, le mode de division des éléments, leur segmentation en tronçons de plus en plus petits, et leur groupement en masses encapsulées, toute cette évolution est également la même. Nous avons figuré (II, Pl. VII, de 1 à 8) les huit stades principaux de cette segmentation des éléments spiralés et courbes et de leur groupement en masses encapsulées, à côté des huit stades correspondants de l'évolution zooglétique des éléments rectilignes. D'abord un tronçon de filament en *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ) se divise en deux *Vibrio* ( $\delta^3$ ,  $\delta^3_a - 2$ ), et se subdivise en quatre *Vibrio* plus courts ( $\delta^2$ ,  $\delta^2_a - 3$ ), entourés d'une seule et même enveloppe capsulaire.

Ensuite chaque élément joue sur celui qui le précède, prend une direction oblique, et s'entoure d'une capsule propre (stade 4) où il se segmente, à son tour, en deux éléments (stade 5), puis en quatre, et l'on arrive ainsi à la disposition en *Merismopedia* (stade 6).

Au stade 7, les quatre capsules primitives intimement soudées se sont considérablement développées; elles ont arrondi leurs contours, épaissi leurs parois, et se sont divisées chacune en quatre loges secondaires, ne renfermant toujours qu'un seul élément. Enfin, le stade 8 montre le développement encore plus accentué d'un tronçon pareillement encapsulé, avec des loges secondaires, où l'on voit un grand nombre d'éléments courts en *Vibrio* ( $\delta^1$ ,  $\delta^1_a$ ,  $\delta^1_b$ ) et en *Bacterium* ( $\gamma^4$ ), mêlés les uns aux autres.

On remarquera l'étroite ressemblance qui existe, à ce stade 8, constituant la face aciniforme, entre les groupes I et II, dont nous étudions l'évolution parallèle. Les *Vibrio* en croissant sont devenus très rares, et presque tous les éléments sont des *Bacterium* courts ( $\gamma^4$ ). En effet, les *Vibrio*, dès le stade 4, effectuent leur transformation en *Bacterium*, d'après le mode que nous avons décrit plus haut (p. 165). Ils prennent d'abord la forme de lentilles plan-convexes, puis ils arrondissent une de leurs extrémités, et finalement prennent la forme de petits corps bactériens ovoïdes ou elliptiques, qui ne peuvent plus se distinguer des *Bacterium* courts ( $\gamma^4$ ).

Cette transformation prouve, une fois de plus, non-seulement que les éléments de *B. osteophilum* passent par les formes spiralées et courbes, mais encore que ces dernières formes sont très fugaces, et peuvent tantôt provenir de formes rectilignes, tantôt y retourner.

Quant à la disposition générale qu'affectent les différentes phases de l'évolution zooglétique, on peut se convaincre, par les figures 14



et 15, qu'elle ne diffère pas sensiblement de ce que nous avons décrit dans les phases correspondantes de *B. osteophilum*, en cultures forcées. La figure 14 ci-jointe représente le stade de dispersion. Du centre *A* divergent cinq filaments (*I*, *II*, *III*, *IV*, *V*), déjà segmentés en plusieurs tronçons et encapsulés. Les formes spirales et courbes, à l'inverse de ce qui se passe dans l'état zooglœique des cultures forcées. On y voit des *Spirillum* à un plus ou moins

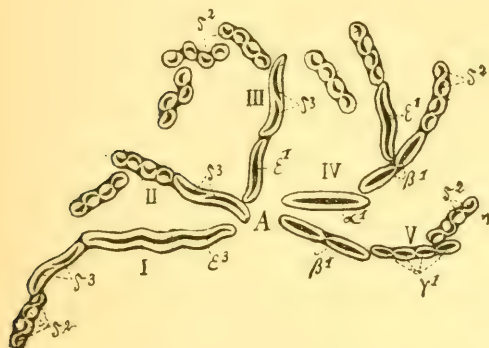


Fig. 14. — État zooglœique de *B. osteophilum*. Stade de dispersion; éléments courbes et spirales prédominants. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

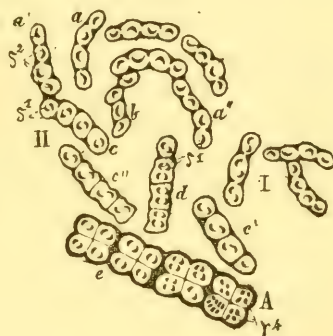


Fig. 15. — État zooglœique de *B. osteophilum*. Stade scorpioïde; éléments courbes prédominants. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. Ocul. n° 3. — VÉRICK).

grand nombre de spires ( $\epsilon^1$  et  $\epsilon^3$ ) et des *Vibrio* de différentes longueurs ( $\delta^2$ ,  $\delta^3$ ). Mais on peut remarquer aussi des formes rectilignes mêlées aux *Vibrio*. Tels sont les filaments *IV* et *V*, où l'on trouve des *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), des *Bacillus* ( $\beta^1$ ) et des *Bacterium* ( $\gamma^1$ ), en même temps que des *Vibrio* ( $\delta^2$ ).

Le stade scorpioïde (fig. 15) est aussi caractéristique que celui que nous avons figuré plus haut (fig. 13) pour les éléments rectilignes. Du centre primitif de dispersion *A*, divergent deux séries de tronçons (*I* et *II*), ayant fait partie de filaments continus et rectilignes primitifs. On voit nettement chacun de ces différents tronçons s'écarter vers la droite de celui qui le précède, et s'infléchir progressivement vers le point *A*.

En même temps, dans cet ensemble, on remarque la plus grande partie des stades de la formation des masses encapsulées, depuis le

stade 3 jusqu'au stade 7 inclus : les tronçons *a*, *a'*, *a''*, correspondent au stade 3 ; — *b*, au stade 4 ; — *c*, *c'*, *c''* au stade 5 ; — *d*, au stade 6 ; — *e*, au stade 7.

Enfin, la phase *aciniforme* ne peut plus se distinguer de la phase correspondante à éléments rectilignes, puisqu'il arrive un moment où tous les éléments en *Vibrio courts* ( $\delta^1$ ), qui remplissent les loges secondaires, se sont tous transformés en *Bacterium courts* ( $\gamma^4$ ), plus ou moins gros (II, 8 — Pl. VII).

Ici, de même que chez *Clad. dichotoma* et *B. Balbianii*, cette forme ultime de la segmentation des éléments bactériens (le *Bacterium court* ovoïde ou elliptique) est l'élément presque exclusif des zooglées définitives. Cette forme semble donc être la forme la plus constante de tous les éléments bactériens, et elle se retrouve dans tous les états du cycle évolutif des bactériacées : aussi est-ce une des raisons pour lesquelles nous gardons ce terme *Bacterium*, de préférence aux autres (*Leptothrix*, *Bacillus*, *Spirillum* et *Vibrio*), comme terme générique des espèces que nous avons étudiées.

Ce tableau de la genèse et de l'évolution de l'état zooglétique, chez *B. osteophilum*, que nous nous sommes attaché à décrire aussi minutieusement que possible, n'est pas le résultat d'une observation isolée. Si nous nous y arrêtons avec autant d'insistance, c'est que nous l'avons observé un grand nombre de fois, et que nous avons toujours assisté à la succession régulière et constante des mêmes stades. Et cela, par l'un ou l'autre des procédés que nous avons donnés, soit en élevant brusquement la température à + 30 et 35° C., soit en suivant, pas à pas, le développement lent, mais continu, de nos cultures à l'air libre. Un autre procédé très commode nous a permis de suivre ce développement zooglétique plusieurs fois de suite, et dans une même culture. Lorsque la pellicule d'un blanc-laiteux dont nous avons parlé, s'est formée à la surface des liquides de culture, et qu'on y a étudié une première fois l'évolution zooglétique, on submerge cette pellicule, et on la fait tomber au fond du liquide. Dès le lendemain, à la surface, on observe de nouveaux éléments, avides d'oxygène, qui viennent se grouper, et passer de la phase de dispersion à la phase scorpioïde, et enfin à la phase définitive aciniforme. On peut ainsi répéter plusieurs fois la même expérience, et toujours on obtient la même succession de phénomènes, jusqu'au moment où le liquide de culture devenant impropre à toute espèce de déve-

loppement, cette formation zoogléique s'arrête forcément (1).

C'est par ces observations répétées que nous sommes arrivé à connaître le mode véritable d'évolution de la zooglée de *B. osteophilum*, et à nous convaincre que toutes les phases successives et tous les stades que nous avons décrits, font réellement partie du cycle évolutif de cette Bactériacée.

La phase définitive aciniforme de cette zooglée se rapproche beaucoup des masses zoogléiques que l'on trouve chez trois Bactériacées déjà connues : *Leuconostoc mesenteroides*, *Ascococcus Bilbrothii* et *Clostridium polymyxa*. Enfin, elle présente une analogie frappante avec ce que nous avons décrit dans l'état zoogléique de *B. Balbianii*. En effet, on trouve chez les trois premières, du moins, des zooglées, quelquefois énormes, d'apparence sinuée, bosselée, ou cérébroïdes, de consistance gélatineuse, et parfois même cartilagineuse au point de se laisser sectionner au rasoir. Tout d'abord, les zooglées de *B. osteophilum* n'atteignent jamais cette consistance, ni ce volume énorme ; elles restent à la surface des macérations d'os gras, où, par leur confluence, elles déterminent une pellicule plus ou moins épaisse d'un blanc laiteux. Enfin, d'autres caractères plus précis permettent de distinguer notre espèce. En effet : 1° *Leuconostoc mesenteroides* VAN TIEGHEM (592) et CIENKOWSKI (126) acquiert son développement complet dans les mélasses et les liquides sucrés, envahissant les cuves des raffineries, où on le connaît sous le terme de « gomme de sucrerie ». Il se présente sous forme de masses gélatineuses compactes, ressemblant à du « frai de grenouille ». Il se développe également bien sur des tranches de betteraves et de carottes, dans des infusions de carottes, de betteraves

(1) Le procédé de coloration qui nous a le mieux réussi pour déceler les détails de la Zooglée aciniforme et son développement, est le même que nous avons décrit plusieurs fois (p. 159 note 1). Si l'on désire avoir une faible coloration, on emploiera de préférence la vésubine, qui montre nettement les éléments, tandis que l'enveloppe capsulaire est faiblement teintée. Le violet de méthyle 5 B montre bien mieux la capsule ; mais si l'on fait agir trop longtemps ce réactif, on risque de ne plus voir les éléments constitutifs. Pour avoir de bons résultats, il ne faut laisser cette solution colorante que quelques secondes au contact de la préparation, et laver de suite, et plusieurs fois, à l'eau distillée, avant de faire agir l'iode. Enfin, si l'on veut avoir des préparations durables, on arrive, en colorant d'abord à la vésubine, puis au violet 5 B, et fixant ensuite à l'aide de l'iode, à obtenir des préparations où tous les détails se distinguent avec netteté, et qui peuvent se conserver fort longtemps, montées dans la glycérine iodo-iodurée.



et de navets. Or, comme nous le verrons plus loin, nous avons essayé de cultiver de même *B. osteophilum*, et jamais, soit sur des tranches de carottes, de betteraves ou de navets, soit dans des infusions de ces végétaux, nous n'avons réussi à reproduire la forme zoogléique aciniforme, quelle que fût la température à laquelle nous soumettions ces cultures. Bien plus, si on ensemeince des tranches de carottes ou de betteraves, ainsi que des infusions de ces racines, avec des zooglées de *B. osteophilum*, on voit, au bout de quarante-huit heures, les différentes capsules, bien loin de se développer, se dissocier, au contraire, et se vider peu à peu de leurs éléments, qui redeviennent libres.

2° *Ascococcus Billrothii* COHN, se développe aussi avec énergie sur des tranches de navets, de betteraves, de carottes. Dans une solution de tartrate acide d'ammoniaque, il forme, à la surface, une membrane blanche assez épaisse, et le liquide devient alcalin. Rien de tout cela chez *B. osteophilum*. Ensemencé avec précaution, et stérilisation préalable des vases de culture, il ne se développe pas dans le tartrate acide d'ammoniaque, dont la solution reste aussi limpide et aussi acide qu'avant l'ensemencement.

D'ailleurs, si l'on compare avec soin la disposition microscopique des masses encapsulées, on verra qu'il y a de grandes différences, surtout dans l'épaisseur des enveloppes gélatiniiformes, et aussi dans le mode de groupement des éléments. En effet, les masses zoogléiques d'*Ascococcus Billrothii* sont toujours entourées d'une enveloppe générale, quelquefois très épaisse, qui n'existe pas chez *B. osteophilum*.

3° *Clostridium polymyxa* PRAZMOWSKI, se développe également de préférence sur les tranches de betteraves et de choux-raves cuites. En outre, au moment de la sporulation, il présente la réaction bleue de l'amidon, avec l'iode, comme chez *Clostridium butyricum* (*Bacillus amylobacter* VAN TIEGHEM). Or, jamais *B. osteophilum* ne nous a donné cette réaction. Ce seul caractère suffit pour le distinguer de *C. polymyxa*.

Quant à *B. Balbianii*, nous avons vu que son état zoogléique présente aussi une grande analogie avec la phase similaire du développement de *B. osteophilum*. Néanmoins, bien qu'il y ait, surtout au début et de part et d'autre, étroite ressemblance, particulièrement au point de vue de la disposition des capsules, de la formation du



stade *Merismopedia*, etc., les deux formes définitives : cérébroïde chez l'un, aciniforme chez l'autre, n'ont entre elles qu'une analogie superficielle qu'un œil exercé ne saurait confondre. Nous rappelons que les zooglées de *B. Balbianii* sont chromogènes et se cultivent très bien sur gélose nutritive et sur pommes de terre, tandis que celles de *B. osteophilum* sont incolores ou plutôt blanc-opalin, et ne peuvent se développer, du moins à l'état zoogléique, sur les milieux solides que nous venons de citer. Enfin les éléments capsulaires chez *B. Balbianii* finissent par se transformer en vrais *Micrococcus*, ce que nous n'avons jamais vu chez *B. osteophilum*.

La zooglée aciniforme que nous venons d'étudier ne saurait donc appartenir à aucune formation zoogléique déjà décrite. En raison de sa prédilection marquée pour les macérations d'os gras, seul milieu où nous soyons parvenu à la cultiver et à l'observer, en même temps que les autres états du cycle évolutif de *B. osteophilum*, nous pensons que cette Bactériacée doit dorénavant conserver la dénomination que nous lui avons donnée.

Nous avons montré le passage des éléments de l'état filamenteux et de l'état enchevêtré à l'état zoogléique, leur mode de désagrégation, la façon dont leurs différents éléments s'entourent d'une capsule gélatiniforme, et l'évolution de la zooglée du début vers la phase ultime aciniforme, en passant par la phase de dispersion et la forme scorpioïde. D'autre part, nous avons prouvé que, dans ces zooglées, on retrouvait des formes rectilignes unies aux formes courbes et spirales, et nous avons indiqué les conditions dans lesquelles il y a prédominance de telle ou telle autre forme d'éléments. Dans tous les cas, la disposition générale des éléments, ainsi que l'évolution de la zooglée, est toujours la même.

*Bacterium osteophilum* présente donc un état zoogléique nettement défini ; et sa zooglée aciniforme, de même que la zooglée arborescente de *Clad. dichotoma* et la zooglée cérébroïde de *B. Balbianii*, ne saurait dorénavant être confondue avec aucune autre formation zoogléique.

### Formation et germination des spores.

L'état zoogléique termine le cycle évolutif de *B. osteophilum*. Il nous reste à décrire son mode de reproduction par spores endogènes.

L'apparition des spores, dans les éléments de *B. osteophilum*, ne s'est jamais manifestée, pour nous, qu'après plusieurs jours de culture, quand les formes dissociées elles-mêmes ne semblaient plus très actives, quand le milieu nutritif paraissait épuisé ou sur le point de s'épuiser. On trouve alors, mêlés aux filaments végétatifs et aux filaments mobiles prêts à se dissocier, des filaments singuliers par l'aspect et les allures, et qui subissent, à l'intérieur de leurs éléments, des modifications remarquables.

La forme générale est conservée, c'est-à-dire qu'on trouve des filaments, soit légèrement arqués (fig. 1, Pl. VI), soit un peu sinueux (fig. 2, Pl. VI), soit enfin presque rectilignes (fig. 3, Pl. VI). Ces filaments sont devenus très clairs : même sans réactifs, on distingue leur paroi et leur contenu. Ils sont un peu plus volumineux que les filaments de l'état filamenteux. Enfin, détail remarquable : les éléments qu'ils renferment ne touchent pas la paroi.

Dans les figures 1, 2 et 3 (Pl. VI), les filaments, semblables à des *Leptothrix*, montrent, à leur intérieur, plusieurs corpuscules fortement colorés par les réactifs. Quelques-uns de ces éléments (que nous avons désignés, d'ailleurs, par les lettres  $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ , comme pour des éléments en *Bacterium*) ressemblent à de vrais *Bacterium*.

Ils sont fusiformes, et allongés plus ou moins. Mais on remarque immédiatement qu'ils ne sont pas aussi volumineux que les éléments en *Bacterium* proprement dits. Ils n'ont de ces derniers que l'apparence : ce sont des *corpuscules bactériiformes*. Par leur segmentation répétée, ils conduisent directement aux petites masses arrondies (0), que l'on prendrait pour des *Micrococcus*, mais qui sont, en réalité (nous le verrons plus loin), analogues aux *corpuscules cocciformes* de *Clad. dichotoma*, et enfin aux spores réfringentes, plus volumineuses, et à contours épais (0<sup>1</sup>).

Mais ces éléments que, à un faible grossissement, on prendrait pour de véritables éléments bactériens, ne sont, en réalité, que des parties de protoplasma d'anciens éléments bactériens ; et (comme les masses protoplasmiques que nous avons étudiées, chez *Cladothrix*, à l'intérieur des éléments en voie de former des spores), ils évoluent eux-mêmes vers la spore. C'est ce que nous allons démontrer.

D'abord leur sensibilité aux réactifs colorants est extrême, et bien plus grande que celle des éléments bactériens des états précé-

dents : phénomène que nous avons déjà constaté pour les masses protoplasmiques sporigènes de *Cladothrix*. Puis, grâce à leur moindre volume, ils sont isolés de toute part, au milieu des filaments, et ne touchent pas la paroi.

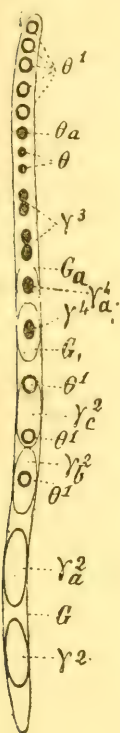


Fig. 16.

Formation endogène  
des spores chez *B.*  
*osteophilum* (Gross.  
1600 D. — Obj. n°  
12 (Imm. homog.).  
— Ocul. n° 3. —  
VÉRICK. — Tube  
tiré. — Eclairage  
ABBE).

Voilà déjà des caractères assez particuliers pour montrer que ce ne sont pas des éléments ordinaires. De plus, à un fort grossissement, et à l'aide d'une coloration assez faible, jointe à l'action de l'iode, il est possible de déceler, autour de quelques-uns de ces *corpuscules bactériiformes*, la trace de l'enveloppe du véritable élément bactérien. Tel est le filament représenté dans la figure 16 ci-jointe : On y voit bien trois corpuscules bactériiformes ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ,  $\gamma_a^4$ ) ; mais on peut remarquer, tout autour du corpuscule  $\gamma^4$ , une mince enveloppe ( $G$ ) complète, tandis que, autour du corpuscule bactériiforme  $\gamma_a^4$ , l'enveloppe n'est plus visible qu'en partie ( $G_a$ ). Enfin, autour des derniers corpuscules en voie de segmentation ( $\gamma^3$ ), il n'y en a plus aucune trace. Ces corpuscules bactériiformes font suite à trois *corpuscules cocciformes* ( $\theta$ ,  $\theta_a$ ), dont le plus élevé ( $\theta_a$ ) forme le passage à la spore parfaite, réfringente, volumineuse, à contour foncé ( $\theta^1$ ).

Ainsi donc, ces corpuscules bactériiformes ne sont autres que des parties du protoplasma d'éléments bactériens primitifs, qui s'est rétracté, comme on le voit au début de toute formation de spores endogènes, chez les Bactériacées.

C'est, au fond, le même procédé que celui que nous avons décrit pour *Cladothrix*, avec cette différence, que, chez ce dernier, la rétraction du protoplasma se fait sous forme de masses rectangulaires, au lieu d'affecter une forme ovoïde, comme ici : ce qui tient probablement à la forme même des éléments bactériens dans

les deux espèces.

D'ailleurs, ce qui prouve bien que la formation des spores de

*B. osteophilum* est endogène, c'est que, à côté de ces corpuscules protoplasmiques bactériiformes, dépourvus d'enveloppes, on peut rencontrer des éléments bactériens complets, contenant, à leur intérieur, de volumineuses spores réfringentes. Ainsi, dans le même filament de la figure 16, à côté d'éléments à très mince enveloppe, ne possédant encore aucune rétraction protoplasmique ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ), on voit deux éléments en *Bacterium* renfermant : l'un ( $\gamma^2_b$ ) une spore, l'autre ( $\gamma^2_c$ ) deux spores endogènes ( $\theta^1$ ) (1). De même, dans le filament de la figure 1 (Pl. VI), à côté d'un *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), où l'on trouve mêlés des corpuscules coccoïformes ( $\theta$ ) et des spores ( $\theta^1$ ), on a deux *Bacterium* ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_a$ ), ayant chacun, en son centre, une spore endogène ( $\theta^1$ ).

Donc, pas plus ici que pour *Cladothrix*, il ne saurait être question de formation d'*arthrospores*, suivant l'acception de DE BARY (34) (2).

(1) Les détails que nous venons de décrire sur le filament de la fig. 16, ont été constatés au moyen de l'objectif à immersion homogène (n° 12. VÉRICK) et du condensateur d'ABBE. La coloration a été obtenue avec une solution aqueuse assez forte de vésuvine, fixée ensuite par l'iode. Avec le premier agent colorant, on a cet avantage, de n'obtenir jamais une trop forte coloration, même en laissant la matière colorante au contact de la préparation, pendant quelques minutes. D'un autre côté, l'iode décèle les moindres membranes, et nous a permis de distinguer les traces d'enveloppe des anciens *Bacterium*. Les solutions de fuchsine et de violet de méthyle, au contraire, si faibles qu'elles soient, peuvent colorer les préparations au point de masquer complètement les détails, même quand on emploie ensuite l'iode.

(2) D'après l'étude de la formation des spores, 1° chez *Clad. dichotoma*, qui était considéré jusqu'ici comme une Bactériacée *arthrosporée*; 2° chez *B. osteophilum*, où les apparences auraient pu faire croire tout d'abord à une formation également *arthrosporée*, nous arrivons à nous demander si cette distinction, établie par DE BARY, doit encore être maintenue. De l'aveu même de HÜPPE (297), un des plus chauds défenseurs de cette théorie, « le début de la formation de la vraie spore endogène et celui de l'arthrospore montrent le même processus, c'est-à-dire la contraction du plasma, de sorte qu'on peut morphologiquement assimiler, sous ce rapport, le contenu de la spore endogène au contenu de l'arthrospore ». Autrement dit : l'arthrospore, au début de sa formation est une endospore ! Nous croyons que c'est là une question de mots plutôt qu'une véritable question de morphologie ou de physiologie. La distinction entre les deux formations de spores, chez les Bactériacées, nous paraît plus subtile que réelle. D'ailleurs, DE BARY (35) lui-même, dans ses « *Leçons sur les Bactéries* », semble déjà pressentir que cette distinction sera de peu de durée : « Cette distinction, dit-il, est-elle légitime, et sera-t-elle durable ? C'est ce que nous ne pouvons dire, pour l'instant. Nos connaissances sont à ce point incomplètes, que nous avons encore à trouver, d'une part, les formations endogènes dans des types où nous ne les connaissons pas, et que, d'autre part, nous ne pouvons affirmer si des faits nouveaux ne viendront pas montrer la vanité de



Enfin, à côté des éléments contenant des spores, et encore enfermés dans des filaments; à côté des spores libres dans les filaments, on trouve des éléments isolés de l'état dissocié renfermant des spores très nettes. Tels sont les *Bacterium* de différentes longueurs de la figure 4 (Pl. VI) ( $\gamma^1_c$ ,  $\gamma^1_d$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$ ) et de la figure 5 (1, 2, 3, 4, 5, 6). Les plus courts n'ont qu'une spore, qui peut être au centre de l'élément (fig. 5.—1 Pl. VI) ou à une extrémité (fig. 5.—2, 5. Pl. VI); d'autres en ont deux ( $\gamma^2_a$ ,  $\gamma^2_b$ , fig. 4, — 3, 4, fig. 5. — Pl. VI), et même trois ( $\gamma^1_c$ ,  $\gamma^1_d$ , — fig. 4, et 6, fig. 5. — Pl. VI). Enfin, les éléments rectilignes ne sont pas les seuls qui possèdent des spores: on trouve des *Vibrio* (7, 8, fig. 5, Pl. VI) et des *Spirillum* (9, fig. 5. Pl. VI), qui en contiennent.

Les spores de *B. osteophilum* complètement formées ( $\theta^1$ ) ont 0,5 à 0,8  $\mu$  de diamètre. Elles sont régulièrement sphériques, très réfringentes, et entourées d'une exospore épaisse (*Ex.*, fig. 4. — Pl. VI), à contour foncé très accentué.

Pour germer, la spore commence par augmenter de volume ( $\theta^1_a$ , fig. 4. — Pl. VI); puis elle perd sa réfringence; son exospore se déchire à un de ses pôles, et laisse sortir un petit bourgeon filamenteux ( $\theta^1_b$ ,  $\theta^1_c$ , — fig. 4. Pl. VI), qui croît de plus en plus sous forme de filament, d'abord indivis, en *Leptothrix* (A et B,  $\alpha^1$ , — fig. 4. Pl. VI), mais qui se segmente rapidement en éléments de plus en plus courts (C, — fig. 4. Pl. VI). On retourne alors à l'état végétatif déjà décrit, et le cycle recommence.

La fig. 7 (Pl. VI) montre un filament assez long, qui possède encore son exospore, et où l'on voit des formes courbes ( $\beta^3$ ,  $\beta^3_a$ ), et spiralées ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ), mêlées aux formes rectilignes ( $\gamma^1$ ).

Nous avons parcouru le cycle évolutif complet de *B. osteophilum*. Nous voyons qu'il comprend la même série d'états que *Clad. dichotoma* et *B. Balbianii*: état filamenteux, état dissocié, état enchevêtré et état zooglèique. De plus, comme nous l'avons

« la délimitation, peut-être trop tranchée, que nous posons actuellement. » Enfin, à l'appui de notre opinion, nous ne pouvons mieux faire que d'invoquer celle de PRAZ-MOWSKI. Dans un travail récent (512) sur la formation des spores chez les Bactériacées, ce savant conclut que: là où la formation de la spore a été étudiée minutieusement, on n'a constaté que la seule forme endosporee. Les Bactériacées dites arthrosporées seraient des Bactériacées chez lesquelles leur exigüité n'aurait pas permis de suivre ce phénomène dans toutes ses phases.

démontré, dans chacun de ces états : 1° on retrouve associées les formes rectilignes, courbes et spiralées ; 2° ces deux dernières formes dérivent des formes rectilignes ; 3° enfin, la reproduction se fait au moyen de spores endogènes.

### Résultats des cultures pures de *B. osteophilum* dans les milieux stérilisés solides et liquides.

Il nous reste maintenant à exposer les expériences de contrôle que nous avons instituées sur milieux stérilisés, d'après les méthodes rigoureuses de la Bactériologie moderne, afin de corroborer les observations faites dans la première partie de ce travail sur le cycle évolutif de *B. osteophilum*.

Ces expériences étaient rendues nécessaires pour répondre aux critiques qu'on aurait pu nous adresser sur l'insuffisance de l'état de pureté de nos milieux de culture à l'air libre.

Nous avons procédé dans ces différentes cultures comme pour *B. Balbianii*, c'est-à-dire en nous entourant de tous les soins et de toutes les précautions qu'exige ce genre d'expériences. Il est inutile de revenir sur l'énumération de ces détails qui seraient des redites superflues. Nous rappellerons seulement que notre procédé pour obtenir des cultures pures est, ici encore, le procédé *mixte* de MIQUEL (voir p. 110).

#### *Milieux de culture employés.*

- |                         |   |                                                                                      |
|-------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | { | a. Milieux transparents : gélatine et gélose nutritives.                             |
| 1° Milieux solides .... |   | b. Milieux opaques : tranches cuites de pommes de terre, de carottes, de betteraves. |
|                         | { | Bouillons de bœuf, bouillons artificiels de peptone.                                 |
| 2° Milieux liquides ... |   | Décoctions végétales : de foin, de carottes, de betteraves, etc.                     |

### Résumé des expériences.

I. *Cultures sur milieux solides.* — a. *Culture sur gélatine nutritive à 10 ‰.* — Voyons d'abord l'étude des colonies de *B. osteophilum* sur plaques. Comme pour *B. Balbianii*, nous avons abandonné le procédé primitif de R. Koch sur grandes plaques pour le remplacer par l'étude des colonies sur gélatine renfermées à l'intérieur de boîtes en verre ou dans des tubes à essais à surface nutritive inclinée, suivant l'excellent procédé de Roux (546 bis). Nous décrivons, jour par jour, l'aspect de ces colonies, telles que nous les avons suivies du premier au cinquième jour inclus après l'ensemencement. Pour que ce processus puisse être observé facilement, il est nécessaire d'en retarder le développement, et pour cela il suffit d'opérer à une assez basse température, soit entre + 10 et 13° C. Dans ces conditions, au bout de vingt-quatre heures, les colonies se présentent comme de simples points, plus ou moins arrondis, dont la couleur jaune trouble tranche assez nettement sur le fond jaune transparent de la gélatine (A — fig. 17). Au bout du deuxième jour, c'est-à-dire

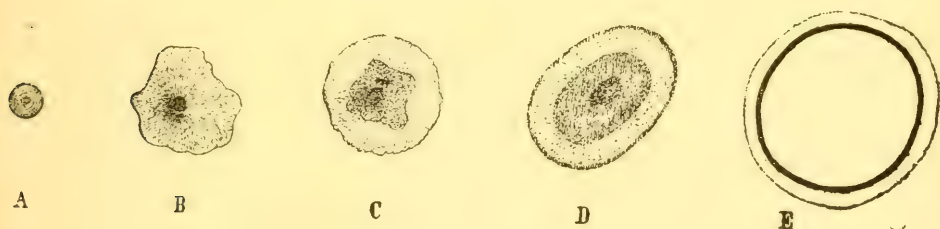


Fig. 17.

Développement d'une colonie de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive, à + 15° c.  
(Gross, 20 D. — Obj. n° 0. — Ocul. n° 1. — VÉRICK).

|    |                                                  |     |
|----|--------------------------------------------------|-----|
| A. | État d'après le premier jour de l'ensemencement. |     |
| B. | Id. deuxième jour                                | id. |
| C. | Id. troisième jour                               | id. |
| D. | Id. quatrième jour                               | id. |
| E. | Id. cinquième jour                               | id. |

quarante-huit heures après l'ensemencement, les colonies sont devenues irrégulières, à bords frangés, et à aspect leucocythoïde ; elles

sont grisâtres, avec un point foncé, presque toujours excentrique (B). Au bout du troisième jour, le volume des colonies s'est accru notablement. Les contours en sont comme déchiquetés, et elles présentent trois zones concentriques d'accroissement bien nettes, d'autant moins foncées que l'on approche davantage de la périphérie (C). Au bout du quatrième jour, les colonies sont redevenues presque régulièrement arrondies, ou ovalaires, moins foncées que celles de la veille, et de teinte presque uniforme (D).

Enfin, au bout du cinquième jour, les colonies ont encore augmenté de volume, et elles présentent à leur périphérie une ligne foncée réfringente, indice d'une liquéfaction déjà avancée (E). Les jours suivants, la liquéfaction de la gélatine s'accroît et les colonies se fusionnent entre elles.

Si l'on opère à une température plus élevée, à  $+25^{\circ}$ , par exemple, et à plus forte raison à  $+35^{\circ}$  et au-dessus, il devient fort difficile d'étudier ces diverses modifications dans l'aspect des colonies : celles-ci se fusionnant en l'espace de vingt-quatre heures et liquéfiant rapidement la gélatine.

Pour se rendre compte de l'aspect de la culture de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive, les jours suivants, il est nécessaire de suivre ce développement dans un matras-PASTEUR ou dans un tube à essais, mais de plusieurs centimètres de diamètre. De plus, au lieu d'enfoncer le fil de platine chargé de colonies dans la gélatine même, comme on le fait ordinairement, nous avons préféré le promener simplement à la surface, afin d'observer plus nettement les modifications que font subir à la gélatine les colonies de *B. osteophilum* en contact direct avec l'oxygène.

Dans ces conditions, et toujours à la température de  $+15^{\circ}$  C., dès le début du troisième jour, c'est-à-dire quarante-huit heures environ après l'ensemencement, on commence à distinguer, à la surface, plusieurs taches irrégulières, « *en coup d'ongle* », et qui, en ces endroits, donnent à la gélatine un aspect de corps dépoli. Les taches croissent, les jours suivants ; et, du quatrième au septième jour, elles se montrent remplies d'une foule de petits points opaques, très confluent, à peu près de même volume, simulant un fin pointillé. Ces petits points sont de nouvelles colonies qui se développent après les premières. En même temps les taches dépolies et comme chagrinées du début creusent la surface de la gélatine. Du



sixième au septième jour, à la place des taches primitives, existent de véritables cupules, en forme de petites cuvettes à bords taillés à pic, et comme à l'emporte-pièce. Mais ces cupules s'étendent bien plus en superficie qu'en profondeur : de sorte que plusieurs d'entre elles, qui se sont déjà rejointes, et ont confondu leurs bords, ont encore un fond distinct. Au huitième jour, la gélatine commence à se liquéfier, et les différentes cupules se sont toutes confondues en une sorte d'eschare, qui couvre les trois quarts de la surface primitive. Au lieu de petites colonies, on trouve, au fond des cupules, des flocons nageux, opalescents. Enfin, détail intéressant : la zone liquide superficielle, lorsqu'on la regarde en se plaçant entre le flocon et la lumière, et qu'elle n'est éclairée qu'indirectement, par réflexion, se dessine sous forme d'un ménisque concave *très fluorescent*. Cet aspect fluorescent est important à signaler, dès maintenant ; car nous l'avons retrouvé également dans nos cultures sur gélose. Les jours suivants, la liquéfaction semble stationnaire, et le processus s'arrête, ou à peu près. — A la température de  $+ 5^{\circ}$ , ce processus reste identique, mais s'opère un peu plus lentement ; au contraire, à  $+ 35$  et  $36^{\circ}$ , le processus se fait si rapidement, que, en quarante-huit heures, la liquéfaction de la gélatine a lieu dans toute l'étendue du flacon. C'est donc la température de  $+ 15$  à  $20^{\circ}$  C. qui semble la plus convenable pour étudier, pas à pas, l'aspect des cultures de *B. osteophilum* sur gélatine.

Quelles sont les formes d'éléments que l'on rencontre sur la gélatine ? Lorsqu'on examine les petites colonies dont nous avons parlé, on les trouve constituées du premier au quatrième jour après l'ensemencement, par les éléments suivants : quelques filaments immobiles en *Streptobacterium*, dont les éléments sont plus ou moins longs et fusiformes (A, B. — Fig. 18, I) ; un grand nombre de *Diplobacterium* ( $\gamma^2_{,,}$ ), et un très grand nombre de *Bacterium* ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ), plus ou moins longs, fusiformes, assez actifs. Au huitième jour, au contraire (Fig. 18, II), on ne retrouve plus les longs *Streptobacterium* ; on ne retrouve que des *Diplobacterium* ( $\gamma^2_{,,}$ ), et des *Bacterium* très actifs ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ), avec prédominance marquée des formes courtes ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ). Ainsi donc, dans les premiers jours de culture, sur la gélatine, on peut rencontrer l'état filamenteux ; mais au bout du huitième jour, on ne trouve plus que l'état dissocié avec les formes isolées et actives en *Bacterium* court. — A la température de  $+ 30^{\circ}$  C., on arrive à ce résultat, en quarante-huit heures. D'ailleurs, par une

expérience bien simple, on peut se convaincre directement que, dans la gélatine, au bout de quelques heures de culture, la désagrégation des filaments s'opère rapidement. Sous la lamelle d'une chambre humide, on place une des plus petites colonies qui se développent dans

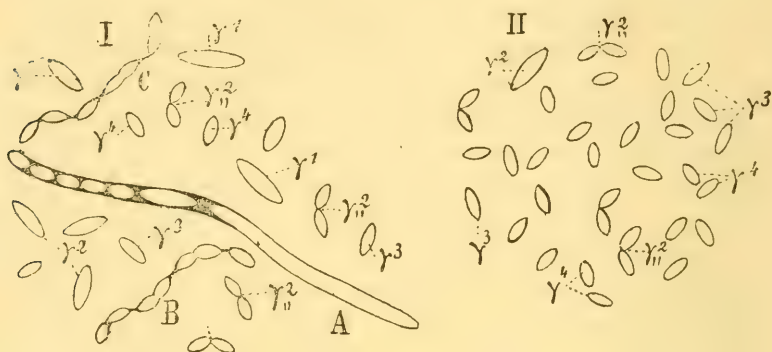


Fig. 18.

Culture de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive à + 15° c. — I, au quatrième jour après l'ensemencement. — II, au huitième jour. — (Gross. 1600 D. — Obj. n° 12 Imm. homog.). — Ocul. n° 3. — Tube tiré. — VÉRIK).

la gélatine ; on l'étale en couche aussi mince que possible ; parmi les formes qu'elle contient, on cherche un filament renfermant un certain nombre d'éléments, et on suit les transformations qui vont se passer, dans ce filament, à une température de + 35 à 36°, à l'aide de la platine chauffante de RANVIER. Or, au bout d'un laps de temps assez variable, de deux à trois heures environ, on voit peu à peu les éléments se mouvoir, et, par des mouvements de plus en plus accentués, se détacher du filament, et finir par opérer ainsi sa dissociation complète. Qu'on observe les cultures sur gélatine, à la température de + 5° ou à celle de + 30 à 35 et 36° : c'est toujours l'état de dissociation qu'on obtient. Nous avons essayé de laisser nos cultures pendant plusieurs jours, et même pendant une ou deux semaines, à cette température de + 35 à 36° C, dans le but d'obtenir l'état zoogléique ; nous n'y avons jamais réussi. Dès le huitième jour des cultures, la plupart des éléments s'amassent au fond des matras ou tubes, sous forme de dépôt granuleux blanchâtre, où l'on ne trouve que des éléments dissociés, déformés, involutionnés, se

colorant peu par les réactifs, et dépourvus de mouvements. Dans les couches supérieures, au contraire, existent encore un grand nombre d'éléments bactériens; mais ces éléments se présentent exclusivement à l'état libre et dissocié. Détail important: sur la gélatine, nous n'avons jamais pu obtenir de formes courbes ou spirales. Bien plus, après avoir puisé, dans une culture à l'air libre, des masses de filaments enchevêtrés, entièrement formées de ces « vrilles » de *Vibrio* dont nous avons parlé plus haut, et les avoir ensemencées, sous la lamelle de la chambre humide, dans de la gélatine liquéfiée à  $+37-38^{\circ}$  C., nous avons vu la plupart de ces *Vibrio* opérer la désagrégation des filaments, émousser peu à peu leurs pointes effilées, ainsi que nous l'avons déjà décrit, et passer à la forme *Bacterium*.

Ainsi donc, il en est des formes courbes et spirales, dans les cultures de gélatine, comme dans certaines cultures à l'air libre, surtout quand ces éléments passent à l'état zoogléique. Tout ceci montre, une fois de plus l'instabilité de ces formes courbes et spirales, qui ne peuvent vivre que dans des conditions et des circonstances de milieu toutes particulières, mal définies, et qui, sous la moindre influence, retournent aux formes rectilignes d'où elles dérivent.

Enfin, nous avons essayé d'ensemencer des masses zoogléliques sur la gélatine, à différentes températures, à  $+5^{\circ}$ , à  $+15^{\circ}$ , à 30, 35 et  $36^{\circ}$  C. Cette expérience est peut-être la plus intéressante que nous ayons faite. Dans des boîtes en verre, remplies de gélatine, on sème des masses zoogléliques de *B. osteophilum*, obtenues en cultures forcées, à  $+35^{\circ}$  C. Une première série de ces boîtes est placée à l'étuve-incubateur, à la température de  $+30^{\circ}$  C.: une autre à une température ordinaire de  $+15^{\circ}$  C.; une troisième, en hiver, à  $+5$  à  $7^{\circ}$  C. La gélatine des boîtes de la première série, à  $+30^{\circ}$  C., est complètement liquéfiée, en 24 heures: la zone fluorescente est visible. Au microscope, on ne trouve presque plus de masses agrégées aciniformes, mais des capsules, isolées, désagrégées de leur état zoogléique, les unes contenant encore des éléments, dont un grand nombre vides, et à côté une foule d'éléments libres, très actifs et fusiformes. A  $+15^{\circ}$  C., mêmes phénomènes; mais la température étant moins active, la désagrégation des masses aciniformes, encapsulées, s'opère relativement moins vite. Enfin, en hiver, à  $+5$  à  $7^{\circ}$  C., on peut suivre, pas à pas, et jour par jour,

cette désagrégation de l'état zoogléique, repassant à l'état de dissociation. Dans ces dernières conditions, ce n'est qu'au bout de huit à dix jours, que nous avons obtenu la disparition complète de l'état zoogléique. Nous verrons plus loin que dans nos cultures de milieux solides, opaques, sur les tranches de pommes de terre, et en particulier de betteraves et de carottes, l'ensemencement des masses zoogléiques de *B. osteophilum* nous a donné le même résultat, c'est-à-dire la désagrégation des capsules, et le retour de leurs éléments à l'état dissocié.

Nous insistons sur cette expérience, parce qu'elle est, pour ainsi dire, le contrôle de ce que nous avons avancé dans la première partie de ce travail, à savoir : que les différents états du cycle évolutif d'une Bactériacée, sont liés intimement l'un à l'autre, et peuvent aller et revenir de l'un à l'autre, sous les influences les plus variées. Remarquons, enfin, combien est importante la nature du terrain de culture, et que tel ou tel agent qui produit tel ou tel effet dans tel milieu, peut produire un tout autre effet, parfois un effet tout opposé, dans un autre milieu. Ainsi, une température de  $+ 35$  à  $36^{\circ}$ , qui donne, dans nos cultures à l'air libre, dans des macérations d'os gras, un développement zoogléique exagéré, opère, au contraire, la dissociation de ce même état sur la gélatine, ou sur des tranches cuites de carottes, de betteraves, etc.

Il s'agissait enfin de montrer que les éléments bactériens que nous avons obtenus, dans nos cultures de gélatine, appartenaient bien à *B. osteophilum*. Pour cela, nous avons pratiqué l'expérience suivante : cinq matras-PASTEUR, contenant chacun 20 centimètres cubes d'eau de fontaine et un fragment d'os gras, sont soumis à la stérilisation, à  $+ 120^{\circ}$  ; après huit jours de repos, on les soumet à une température de contrôle, dans l'étuve-incubateur, à  $+ 35^{\circ}$ - $36^{\circ}$  C. pendant huit jours.

Aucune végétation ne se produisant, ces matras, considérés comme stérilisés, sont ensemencés rapidement à l'aide d'une parcelle de culture pure prise dans différents tubes et matras de gélatine liquéfiée. On s'est assuré primitivement que ces dernières cultures ne renfermaient que des formes d'éléments bactériens libres et dissociés. Or, surtout si on pratique l'ensemencement, le soir, on voit, dès le lendemain, au bout de douze heures d'incubation, à cette température de  $+ 35$  à  $36^{\circ}$  C., à la surface des matras ensemencés, une mince



pellicule irisée. L'examen microscopique d'une parcelle de cette pellicule montre des éléments bactériens se poussant en essaims, autour d'un grand nombre de centres de dispersion, affectant ainsi la première phase zoogléique. Vingt-quatre heures après, il y a déjà des masses encapsulées : les unes arrivées au stade scorpioïde ; le plus grand nombre, au stade aciniforme. Enfin, au bout de quarante-huit heures d'ensemencement, la surface des matras est recouverte d'une pellicule blanche, assez épaisse, adhérente à la paroi, où l'on ne rencontre plus que des masses compactes aciniformes.

Il est inutile d'insister sur l'importance de cette dernière expérience, qui nous fournit la preuve la plus palpable de l'identité des éléments bactériens de nos cultures à l'air libre, avec ceux de nos cultures sur gélatine.

*b. Culture sur gélose nutritive.* La proportion d'agar-agar est à peu près la même que celle déjà signalée pour nos cultures de *B. Balbianii*, soit 2%.

C'est dans les tubes à essais que l'aspect des cultures est le plus caractéristique. Si, de même que pour la gélatine, onensemence la surface de la gélose à l'aide de colonies obtenues sur plaques, on remarque, à la température de + 30°C et au début du cinquième jour, que la masse totale est devenue un peu trouble et d'une belle teinte fluorescente vert émeraude (1). A la surface, une pellicule, mame-

(1) Cette teinte fluorescente, qui n'est perceptible, sur les cultures de gélatine, que si, tournant le dos à la lumière, on s'interpose entre celle-ci et le vase de culture, pour n'y laisser tomber que des rayons réfléchis, est, en effet, bien plus accentuée sur la gélose et d'un beau vert émeraude ; en outre, elle se distingue à la lumière directe. Cette fluorescence a déjà été rencontrée, à plusieurs reprises, dans les cultures de certaines Bactériacées. Nous citerons : *Bacillus fluorescens liquefaciens* décrit par FLÜGGE (218), qui présente cette fluorescence sur gélatine, sur gélose, et dans le bouillon. Le développement des colonies sur plaques ressemble assez à celui que nous avons décrit pour *B. osteophilum* ; la formation des cupules taillées à pic comme dans notre espèce est surtout remarquable. Mais, l'aspect des colonies sur gélose est gris-jaunâtre au lieu d'être blanc-laiteux, et d'autre part, dans les bouillons, *B. osteophilum* ne produit pas de fluorescence comme c'est le cas pour la Bactériacée de FLÜGGE. Enfin, dans le cours du développement de cette dernière espèce, il n'a pas été constaté de phase zoogléique analogue à celle de *B. osteophilum*. Une autre Bactériacée fluorescente décrite par M. MACÉ (393), sous le nom de *Bacillus fluorescens putidus*, présente également des caractères à peu près analogues à ceux de *B. osteophilum*. Mais l'odeur urineuse spéciale que cette espèce développe, surtout sur la pomme de terre et dans les bouillons, fait totalement défaut ici. Enfin, et

lonnée, épaisse de 1 à 2 millimètres, d'un blanc laiteux, représente la végétation de *B. osteophilum*. Or, une parcelle de cette pellicule, examinée au microscope, montre des éléments absolument identiques à ceux des cultures sur la gélatine, à la même date de l'ensemencement, savoir : quelques rares *Streptobacterium* à un plus ou moins grand nombre d'éléments ; des *Diplobacterium* et des *Bacterium* isolés, mobiles, très nombreux. Ici, comme pour la gélatine, quelle que soit la température, on obtient invariablement, en plus ou moins de temps, l'état dissocié.

Nous allons retrouver cette similitude dans la succession des phénomènes, pour les autres milieux de culture.

II. *Cultures sur milieux solides opaques.* — Cultures sur tranches cuites de carottes, de betteraves, de pommes de terre.

*B. osteophilum* se développe avec assez de vigueur dans ces différents milieux nutritifs. Toutefois sur les pommes de terre, il a paru se développer moins vigoureusement que sur les carottes et les betteraves. Dans ces deux derniers milieux, à une température de + 30° à 35° C., la surface se recouvre, en 36 heures, d'une pellicule d'un aspect gras, d'un blanc laiteux, peu épaisse, où abondent principalement, comme dans la gélatine et l'agar-agar, les formes isolées, libres, en *Bacterium*, *Diplobacterium* et *Streptobacterium*, à un petit nombre d'éléments. C'est enfin sur des tranches de betteraves et de carottes que nous avons étudié, avec le plus de facilité, la dissociation des masses zooglées aciniformes.

Cette dissociation se fait peut-être plus lentement que sur la gélatine ou l'agar-agar, même à une température de + 30 à 35° C., et, par suite, peut s'observer avec plus de commodité. Dans ces conditions, on assiste, pour ainsi dire, à l'évolution des mêmes phases par lesquelles évolue l'état zooglée, mais en sens inverse, c'est-à-dire, d'abord la phase aciniforme, puis la phase scorpioïde, et enfin la phase de dispersion, qui suit de près la phase complète, de dissociation.

Remarquons encore, ici, que cette dissociation de l'état zooglée, dans des milieux sucrés, tels que la betterave et la carotte, distingue

comme pour l'espèce de FLÜGGE, la phase zooglée caractéristique n'a pas été décrite. Donc, jusqu'à plus ample informé, nous croyons pouvoir maintenir la légitimité de *B. osteophilum*.

complètement *B. osteophilum* des autres Bactériacées, de formes zooglèiques voisines, telles que : *Leuconostoc mesenteroides* et *Ascococcus Billrothii*.

III. *Cultures sur milieux liquides*. — Les milieux essayés ont été : d'une part, des bouillons de bœuf et des bouillons artificiels de peptone ; d'autre part, des décoctions végétales, de foin, de betteraves et de carottes.

Les résultats obtenus avec ces différents milieux sont à peu de chose près semblables, mais, à beaucoup près, bien moins intéressants que sur les milieux solides. Presque tous ces milieux liquides se sont montrés aptes au développement de *B. osteophilum*. Toutefois c'est dans la décoction de carottes qu'il s'est manifesté avec son maximum d'intensité. Vingt-quatre heures à peine, à la température de + 30° à 35° C. suffisent pour faire naître à la surface du liquide, une pellicule, d'un blanc laiteux, épaisse et chargée d'éléments bactériens. Les décoctions de foin, au contraire, ont été très peu favorables à l'ensemencement de *B. osteophilum*. Il est à remarquer, en outre, que l'état filamenteux et l'état dissocié se sont produits presque seuls et exclusivement, comme pour les milieux solides. Une seule fois, et dans une décoction de foin, nous avons obtenu l'état enchevêtré. Quant à l'état zooglèique, nous n'avons jamais pu réussir à le faire naître dans ces différents milieux liquides. Enfin, en aucun cas, la fluorescence qui apparaît si nettement dans des milieux solides, ne s'est manifestée.

Tel est le résultat de nos cultures de *B. osteophilum* sur milieux stérilisés, solides et liquides. Nous avons pu, dans la plupart de ces milieux, corroborer nos observations premières sur l'état filamenteux et l'état dissocié ; quant à l'état zooglèique, nous n'avons réussi à le cultiver que dans une décoction même d'os gras : ce qui nous confirme dans l'idée émise par nous, à savoir, que c'est dans ce milieu presque exclusivement que cette Bactériacée assume sa forme zooglèique caractéristique, et confirme la dénomination spécifique que nous lui avons donnée.

De l'ensemble de nos recherches sur *B. osteophilum*, nous pouvons conclure que :

I. — Il existe une espèce particulière, spéciale aux macérations

d'os gras, parcourant son cycle évolutif complet dans ce milieu, qui paraît être son milieu naturel : nous désignons cette espèce sous le terme de *Bacterium osteophilum*.

II. — Ce cycle évolutif comprend quatre états principaux : état *filamenteux*, état *dissocié*, état *enchevêtré*, état *zoogléique*.

III. — Chacun de ces états particuliers est en rapport avec des conditions de milieu différentes. Ils peuvent se succéder les uns aux autres, dans l'ordre que nous venons d'indiquer, ou se substituer l'un à l'autre. Enfin, la fermentation et la température s'accéléralant, un de ces quatre états peut dominer, et se substituer rapidement aux trois autres.

IV. — L'état zoogléique est celui de ces quatre états qui a le mode d'évolution le plus caractéristique. Il passe par trois stades constants : la phase de *dispersion*, la phase *scorpiôide* et la phase *aciforme*. Cette dernière phase représente la forme zoogléique finale de *B. osteophilum*.

V. — Les trois sortes de formes d'éléments (formes rectilignes, courbes et spiralées) peuvent se rencontrer associées dans un même filament, et montrer tous les passages qui les font dériver les unes des autres.

Les éléments rectilignes, à certains moments de leur évolution, prennent une forme en fuseau assez nette ; les formes spiralées sont grêles, un peu renflées au milieu, et effilées aux deux extrémités ; les formes courbes ont l'aspect de « *croissants* », avec les extrémités très aiguës, et la partie médiane plus ou moins renflée.

VI. — La reproduction se fait par spores endogènes. Le mode de formation de ces spores ne diffère pas sensiblement du mode de formation des spores endogènes, chez les autres Bactériacées connues.



BACTERIUM PARASITICUM (*Leptothrix*  
*parasitica* KÜTZING).

---

Lorsqu'on étudie *Cladothrix dichotoma*, on remarque, associés aux filaments monoclads, un certain nombre de filaments, qui, examinés attentivement, subissent une autre évolution que les premiers. KÜTZING (349), ainsi que nous l'avons déjà dit (p. 40), avait appelé les uns et les autres *Leptothrix parasitica*.

C'est à ZOPF que revient le mérite d'avoir montré qu'un grand nombre d'entre eux ne sont que des filaments jeunes de *Cladothrix*. Mais quelques-uns ont, en réalité, des caractères assez précis et assez différents pour qu'on reconnaisse ici une espèce nouvelle : *Bacterium parasiticum* (1).

Nous donnerons rapidement ici les caractères principaux qui distinguent, à première vue, ces filaments de ceux de *Cladothrix*. Ils sont généralement beaucoup plus grêles ; ils conservent à peu près le même diamètre transversal, dans toute leur étendue, et ne se ramifient jamais. A l'état végétatif, ils n'acquièrent jamais de gaine externe. Enfin, leur évolution est tout autre que celle des filaments monoclads de *Clad. dichotoma*.

Dès les premiers jours de culture de *Cladothrix*, à l'air libre, *B. parasiticum* entre en germination, sur les filaments d'Algues vertes filamenteuses. Nous représentons (fig. 1, *B. parasiticum*, Pl. VII) une partie de la gaine externe d'un filament de *Zygnema*, où l'on voit germer un grand nombre de filaments de *B. parasiticum* (a), à côté d'un filament de *Cladothrix* (AB). Quelques-uns même germent sur la gaine externe de *Cladothrix* (b).

(1) Pour les mêmes raisons que nous avons déjà exposées plus haut (p. 40), nous ne pouvons songer à rétablir l'ancienne dénomination générique de KÜTZING. Mais nous avons tenu à conserver la dénomination spécifique, en souvenir du célèbre algologue, et aussi pour rappeler le mode d'existence de cette Bactériacée, qui vit attachée, non-seulement aux algues vertes filamenteuses, mais aussi, et très souvent, sur les filaments de *Cladothrix dichotoma*.

Ces filaments naissent d'une foule de petits corpuscules arrondis, à contour assez foncé, qui ne sont autres que des spores. On peut étudier cette germination des spores, à un plus fort grossissement, dans la figure 2 (Pl. VII) : on y voit nettement plusieurs spores, réfringentes, à exospore épaisse ( $\theta^1$ ), et quelques-unes ( $\theta^1_a$ ) ayant déjà poussé des filaments plus ou moins longs.

On remarque immédiatement la grande différence qui existe entre le diamètre transversal de *Clad. dichotoma* et le diamètre transversal de *B. parasiticum* : celui-ci n'est guère que la moitié de l'autre. Quant au diamètre des spores, il est également bien inférieur à celui des spores de *Cladothrix*, puisqu'il est, en général, de 0,4 à 0,5  $\mu$  et ne peut dépasser 0,6 à 0,7  $\mu$ .

A mesure que le développement de *Cladothrix* avance, *B. parasiticum* se développe également. Dès lors, il va suivre à peu près le même mode d'existence, vivant étroitement de la même vie, subissant les mêmes influences et une évolution parallèle. C'est ainsi que, à mesure que la température s'élève, et que la fermentation s'accroît, il opère la dissociation des éléments contenus à l'intérieur de ses filaments, et qu'enfin il passe à l'état zoogléique. Nous allons donc avoir à étudier, comme pour *Cladothrix* et pour *B. osteophilum* : l'état filamenteux, l'état dissocié et l'état zoogléique. L'état enchevêtré seul nous a fait défaut ; nous n'avons pu le déceler, malgré toutes nos recherches.

### ÉTAT FILAMENTEUX.

Nous avons déjà vu que ces filaments sont fixés, tantôt sur les algues vertes, tantôt sur des *Cladothrix*. Ils peuvent, en outre, germer sur tout autre support, et même à la surface du liquide de culture. Dans ce dernier cas, les spores se groupent, comme pour *Cladothrix*, en petits essains ; et les filaments, quand ils ont germé, donnent à l'ensemble cet aspect rayonné, que nous avons déjà signalé, comme fréquent chez les Bactériacées fixées (fig. 2 — Pl. VII).

Quant aux filaments, ils peuvent acquérir de grandes longueurs. Il y en a qui atteignent 50, 60 et 100  $\mu$ , et même davantage. Le

diamètre transversal est, en moyenne, de 0,5 à 0,7  $\mu$ , et peut aller jusqu'à près de 1  $\mu$ . La forme générale des filaments est variable. Tantôt ils sont presque rectilignes (fig. 3. II — Pl. VII.) : mais, en général, ils sont plus ou moins flexueux ou arqués (fig. 3. III à VI. — Pl. VII.).

Étudions maintenant les éléments qu'ils renferment. La figure 3 (Pl. VII) montre un îlot A, analogue à ceux de la figure 2. Chaque filament a déjà une certaine longueur, et on ne distingue plus la trace des spores qui leur ont donné naissance. Le filament I est complètement indivis, et constitué par une seule masse protoplasmique continue et homogène : c'est un *Leptothrix*, dans la véritable acception du terme. Le filament II montre déjà une grande différenciation dans la forme de ses éléments. Tous sont rectilignes. Mais, à la base, on observe des éléments assez longs : *Leptothrix* ( $\alpha^1$   $\alpha^1_a$ ), *Bacillus* ( $\beta^1$ ); tandis que, à la partie supérieure, la segmentation étant plus active, on y rencontre des *Bacterium* de plus en plus courts : *Bacterium* long ( $\gamma^1$ ), *Bacterium* de moyenne longueur ( $\gamma^2$ ) et *Bacterium* court ( $\gamma^3$ ). Autre remarque importante : le diamètre transversal des éléments de la base et du sommet est toujours le même, nouvelle différence avec ceux des filaments de *Cladothrix*, où les éléments du sommet sont bien plus larges que ceux de la base.

Il y a ainsi une grande analogie avec le mode de segmentation des éléments de *Cladothrix* : segmentation d'autant plus active qu'on s'éloigne davantage de la base pour se rapprocher du sommet. Le filament III est très ondulé. En dehors du *Leptothrix*  $\alpha^1$  de la base, il ne renferme que des éléments courbes et spiralés : de longs vibrio ( $\delta^3$ ) et un *Spirillum* nettement spiralé ( $\epsilon^1$ ).

Le filament IV est uniquement composé de *Vibrio* de différentes longueurs ( $\delta^2$ ,  $\delta^3$ ) ; un *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ) forme également sa base. Les deux derniers filaments V et VI, sont plus intéressants. Ils montrent, associés, des éléments rectilignes et des éléments courbes et spiralés : *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ,  $\alpha^1_a$ ), *Bacillus* ( $\beta^1$ ), *Bacterium* ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^3_a$ ), avec des *Vibrio* de différentes longueurs ( $\delta^3$ ,  $\delta^1$ ) et des *Spirillum* à spire effacée ( $\epsilon^1$ ,  $\epsilon^1_a$ ,  $\epsilon^1_b$ ).

La gaine des filaments est très mince, et jamais ne se distingue aussi nettement que chez *Cladothrix* ; de plus, nous n'avons jamais observé qu'elle se chargeât de pigment ocreux, alors même que des

filaments de *Cladothrix* en étaient incrustés : c'est encore là une distinction importante à faire entre les deux espèces. Cette gaine (*b*) se perçoit pourtant avec netteté, surtout dans les intervalles laissés libres entre les éléments. — Elle a aussi, comme chez *Cladothrix* et *B. osteophilum*, la propriété de s'effiler en forme de traînées membraneuses entre les éléments, surtout ceux du sommet.

Quant à la forme générale des éléments, ici encore, il existe une certaine différence avec la forme des éléments de *Cladothrix*. En dehors de la différence de volume, les deux extrémités du diamètre longitudinal, au lieu d'être arrondies, sont nettement rectangulaires. Cette particularité donne un cachet tout spécial, non-seulement aux éléments rectilignes, mais encore aux éléments spirals et surtout aux plus petits des éléments en *Vibrio* ( $\delta^1$ ).

Ils ont donc un aspect tout particulier qui empêche de les confondre avec le *Vibrio* que nous avons étudié, et surtout avec les *Vibrio* en croissants, aux extrémités effilées en pointe de *B. osteophilum* ou de *B. Balbianii*.

Ainsi l'état filamenteux, chez *B. parasiticum*, de même que chez *Cladothrix*, chez *B. osteophilum*, et chez *B. Balbianii*, est constitué par des filaments, où l'on rencontre les trois formes d'éléments rectilignes, courbes et spirals.

### ÉTAT DISSOCIÉ.

Les éléments que renferment les filaments peuvent, surtout sous l'influence d'une température un peu élevée, se séparer des filaments générateurs, et vivre à l'état de liberté. Déjà le filament *V* (fig. 3. — Pl. VII), au moment de notre observation, se montrait animé de quelques mouvements d'oscillation, dus à l'élément  $\gamma^1$  (en segmentation), cherchant à se détacher, et qui n'est relié aux deux *Bacterium*  $\gamma^2_a$ , que par une même traînée membraneuse. La figure 4 (Pl. VII) montre une série de filaments, isolés et mobiles, par conséquent vivant à l'état de dissociation, et où nous allons encore retrouver associées les trois formes : rectilignes, courbes et spirales.

Le filament *A* ne renferme que des éléments rectilignes : *Lepto-*



*thrix* ( $\alpha^1$ ), *Bacillus* ( $\beta^1$ ) et *Bacterium* ( $\gamma^2$ ) ; le filament *B* montre, en même temps qu'un *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), deux *Spirillum* en formation, à spire non encore dessinée ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ), un long *Vibrio* ( $\delta^3$ ) et trois petits *Vibrio* ( $\delta^1$ ). Le filament *C*, très actif, est formé d'un long *Spirillum* à 6 tours de spire, inégaux ( $a^2$ ,  $a^2$ ,  $a^3$ ...). Dans le filament *D*, on a des *Spirillum* nettement spirales ( $\varepsilon^1$ ,  $\varepsilon^1_a$ ,  $\varepsilon^1_b$ ), associés à de petits *Vibrio* ( $\delta^1$ ), et séparés entre eux par de minces traînées flagelliformes ; les éléments sont sur le point de se dissocier complètement. En *E*, ils sont encore contenus dans le filament, et surtout formés de vibrio ( $\delta^1$ ,  $\delta^2$ ). En *F*, un beau *Spirillum* à 5 tours de spire uni à un petit *Spirillum* à un tour de spire ( $\varepsilon^1$ ). Le filament *G* représente un spirillum à plusieurs tours ( $\varepsilon^2$ ), avec des tours de spire plus rapprochés dans le milieu ; il est très flexible, comme les longs spirillum de *Cladothrix* : d'après la définition ordinairement admise, c'est un *Spirochaete*. Enfin en *H*, on voit un *Spirochaete* fortement recourbé ( $\varepsilon^n$ ), associé à une chaîne de quatre petits *Spirillum* ( $\varepsilon^1$ ), le tout très actif.

Les différents éléments que nous venons de voir encore réunis, dans des filaments isolés et mobiles, peuvent, à leur tour, se séparer de ces filaments, et vivre complètement isolés et dissociés (Voir figures 5 et 6).

Dans la figure 5, on voit toutes les formes rectilignes que nous avons observées, à l'état libre : *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ), *Bacillus* ( $\beta^1$ ), et les trois espèces de *Bacterium* ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ), avec les formes de segmentation ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1$ ). On peut remarquer la forme particulière des courts *Bacterium* ( $\gamma^2$ ,  $\gamma^3$ ) ; ils ont la forme de tonnelets (1). Pour s'assurer que ces diverses formes (qui ressemblent identiquement à celles que nous avons décrites, dans les filaments végétatifs) dérivent bien de *B. parasiticum*, il suffit d'étudier la dissociation des filaments, dans une chambre humide. C'est ainsi qu'un filament, analogue au filament *VI* (fig. 3, Pl. VII), s'est dissocié en ses diffé-

(1) Bien que nous n'ayons pu découvrir, dans ces éléments particuliers en tonnelet, la moindre trace de spores, nous pensons que cette forme d'éléments un peu élargis vers le centre, correspond à une modification de leur protoplasma, coïncidant avec le début de la sporulation. C'est ainsi que certains éléments bactériens, d'abord parfaitement rectilignes, prennent ensuite la forme en fuseau (*Clostridium*), au moment de produire des spores (*Bacillus amylobacter*, *B. polymyxa*, *B. Chauvæi*, etc.)

rents éléments , et sous nos yeux , en trois heures et demie , à la température de + 35° C.

Nous pouvons donc affirmer que *B. parasiticum* possède un état dissocié , où l'on trouve , à l'état isolé , et mobile , les différentes formes d'éléments que l'on rencontre dans les filaments.

### ÉTAT ZOOGLEÏQUE.

Cet état se montre avec des caractères particuliers , chez *B. Parasiticum* comme chez *Clad. dichotoma* , chez *B. osteophilum* et *B. Balbianii*. Pour l'étudier , il faut prendre , dans les vases de culture à *Cladothrix* , la mince pellicule irisée , qui se trouve à la surface des liquides , et qui , parfois , se développe de telle façon , que l'état zoogléique de *Cladothrix* se trouve gêné , et même entièrement arrêté. On peut observer toutes les phases de son développement.

En effet , on y voit des filaments dissociés , tels que ceux déjà décrits (fig. 4 , A et B. — Pl. VII) , mais devenus complètement immobiles , de forme plus ou moins en zigzag , et dont les différents articles , commencent à s'entourer des capsules gélatiniformes caractéristiques de l'état zoogléique. Un peu plus loin , on voit ces différents articles , complètement isolés les uns des autres , commencer à se grouper dans un certain ordre. Enfin , à un autre endroit , ces groupes d'éléments encapsulés ont acquis leur disposition définitive , qui est telle que nous le figurons (fig. 7 et 8. Pl. VII). — Dans la fig. 7 , on voit , à un faible grossissement , une partie de pellicule représentant la zooglée complète de *B. Parasiticum*. Les éléments encapsulés sont rangés par petits groupes , qui affectent une disposition en rectangles et en losanges (A. B. C.) , séparés par des espaces (a) , remplis d'une substance interstitielle granuleuse.

La figure 8 montre le détail d'un de ces petits losanges , à un grossissement de 1,600 diamètres. Les capsules ovalaires reposent sur un fond fortement granuleux , et sont toutes orientées de haut en bas , et de gauche à droite. Elles renferment des éléments rectilignes , spiralés et courbes , possédant la forme générale à extré-

mités nettement coupées à angle droit, que nous avons déjà signalée. C'est ainsi qu'on y voit des *Bacterium* ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ) entiers ou en voie de division ( $\gamma^1$ ,  $\gamma^1_{//}$ ), des *Vibrio* ( $\delta^1$ ,  $\delta^2$ ), des *Spirillum* ( $\epsilon^1$ ). Cet îlot est séparé d'îlots voisins (B. et C.), par des espaces mentionnés plus haut (a).

Il est, du reste, assez facile de suivre pas à pas le développement de cet état zoogléique, depuis l'état filamenteux. Nous figurons ci-dessous (fig. 19) les stades successifs par lesquels passe un filament de *B. parasiticum* pour arriver à l'état zoogléique.

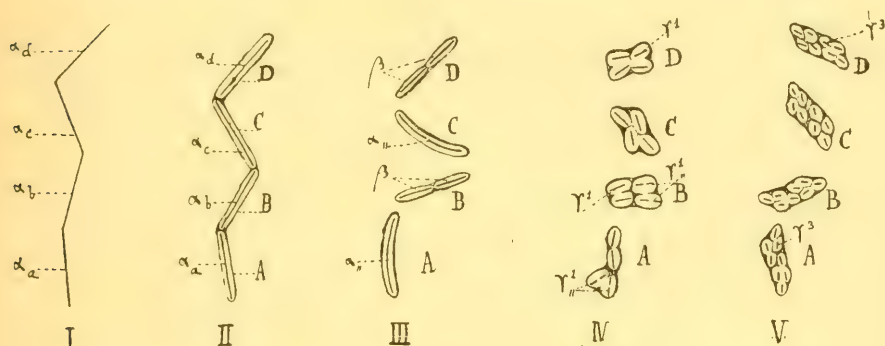


Fig. 19.

État zoogléique de *B. parasiticum* (I, II, III, IV, V, stades successifs sous couvre-objet, en cinq heures). (Gross. 745 D. — Obj. F. — Ocul. n° 3. — ZEISS).

Pour observer cette succession de stades, il suffit d'étaler à la face inférieure d'un couvre-objet, une parcelle de la mince pellicule irisée, dont nous avons parlé plus haut, et de la placer au-dessus d'un porte-objet creusé en cellule, suivant le procédé maintes fois employé dans le cours de ces recherches. Le fond de la cellule est occupé par une gouttelette d'eau, de façon à transformer la cellule en chambre humide. La transformation s'opère mieux dans l'obscurité. C'est un fait que nous avons observé, d'une façon assez générale, chez les Bactériacées. Le phénomène de la division s'opère d'une manière plus active, pendant la nuit ou dans l'obscurité. STRASBURGER a, d'ailleurs, déjà signalé ce fait, depuis longtemps, pour les *Spirogyra*. On place alors le microscope avec la préparation dans l'étuve-incubateur, en ayant soin d'empêcher tout rayon lumineux d'y pénétrer, et on note les observations, toutes

les heures, ou plus souvent, s'il est nécessaire. On choisit alors un des nombreux filaments articulés que l'on rencontre à la surface de la pellicule examinée : et si on prend le soin de fixer la préparation à l'aide des « valets », rien n'est plus facile de suivre pas à pas les transformations qui vont s'opérer.

La figure 19 représente un filament articulé en zigzag (*I*), qui a passé à l'état zooglétique définitif (*V*), en moins de cinq heures. Chacun des cinq stades représentés (*I*, *II*, *III*, *IV*, *V*), correspond aux transformations subies durant les cinq heures qu'a duré l'observation.

Le filament est constitué par quatre articles en *Leptotrix* (*I*. —  $\alpha_a$ ,  $\alpha_b$ ,  $\alpha_c$ ,  $\alpha_d$ ), disposés en zigzag. Il est immobile, et on ne constate autour de lui aucune trace d'enveloppe gélatiniforme. Au bout de la deuxième heure, on a l'aspect *II*, la disposition en zigzag est plus accentuée ; en outre, le filament est entièrement entouré d'une mince enveloppe gélatiniforme, qui se festonne déjà au niveau de l'union des éléments entre eux, sans cependant les séparer complètement les uns des autres. Au bout de la troisième heure, cette séparation est achevée. Les quatre éléments primitifs sont complètement distincts les uns des autres, et entourés chacun d'une large capsule gélatiniforme (*A. B. C. D*). De plus, ils se sont divisés chacun en deux nouveaux éléments en *Bacillus* (*B.*). Dans les capsules *A* et *C*, l'élément en *Leptothrix* ( $\alpha'$ ), qui vient de se diviser, affecte une disposition courbée, que prend la capsule elle-même. Les deux éléments résultant de la division sont encore unis l'un à l'autre, et la capsule est entière. Dans les capsules *B* et *D*, au contraire, les deux éléments en *Bacillus* ( $\beta$ ), résultant de la division des *Leptothrix* primitifs, sont complètement distincts, et entourés chacun d'une capsule secondaire. Remarquons aussi que la disposition en zigzag des capsules est encore plus fortement accusée. Les quatre capsules affectent entre elles la disposition d'un *W* à branches externes très écartées.

La division des éléments et des capsules se poursuit, et au bout de la quatrième heure, on obtient (*IV*) quatre petits groupes et quatre capsules (*A. B. C. D.*), à quatre éléments, en *Bacterium* long ( $\gamma^1$ ), provenant de la segmentation de chacun des *Bacillus* du stade précédent. Cette disposition des éléments quatre par quatre, dans les différents groupes zooglétiques, nous l'avons déjà décrite



chez *Clad. dichotoma*, chez *B. Balbianii* et chez *B. osteophilum* : c'est le stade *Merismopedia* (1).

On voit avec quelle fréquence il se présente dans le groupe des Bactériacées, puisque nous l'avons observé dans les quatre types étudiés par nous. D'ailleurs ce stade *Merismopedia*, ici comme chez les Bactériacées précédentes, n'est que transitoire. Il se transforme rapidement : et dès la cinquième heure, chaque groupe de quatre éléments s'est transformé en un de ces petits îlots losangiques que nous avons décrits plus haut.

Chacun de ces îlots (*A. B. C. D.*) renferme huit éléments encapsulés en *Bacterium* court, provenant de la segmentation des éléments en *Bacterium* long du stade précédent.

Plus tard, ces différents îlots s'accroîtront en superficie par la division répétée des éléments qu'ils contiennent, et on aura ainsi une pellicule à la surface des liquides de culture formée uniquement de masses losangiques plus ou moins étendues, simulant une sorte de mosaïque, et à un seul rang d'éléments : c'est là, en effet, un caractère particulier de cette zooglé, qui, à l'inverse des zooglées que nous avons étudiées, est toute en surface, et ne s'étend pas en profondeur, et qui suffit, avec la disposition particulière en losanges, à distinguer *B. parasiticum* des autres Bactériacées connues.

En résumé, les observations que nous avons faites au sujet de *B. parasiticum*, tout incomplètes qu'elles sont encore, peuvent déjà nous faire pressentir qu'il a son cycle évolutif tout aussi bien dessiné que les types précédemment étudiés par nous. Il présente, de plus, les trois formes fondamentales d'éléments bactériens, qui dérivent, ici comme ailleurs, de la forme rectiligne primordiale.

(1) Le procédé qui nous a le mieux réussi pour colorer à la fois l'enveloppe capsulaire et les éléments qu'elle renferme, est le suivant :

1° Étaler la pellicule, qui renferme les éléments que l'on étudie, dans une goutte d'un bain colorant, formé du mélange de deux solutions hydro-alcooliques saturées, l'une de résuline, l'autre du violet de méthyle 5 B ;

2° Recouvrir avec un couvre-objet ;

3° Laver par un courant d'eau distillée ;

6° Faire passer une goutte de solution iodo-iodurée ;

5° Monter et conserver dans la glycérine iodo-iodurée.

(Les solutions hydro-alcooliques s'obtiennent en faisant dissoudre la substance colorante dans une petite quantité d'alcool absolu ou à 90° et ajoutant ensuite la quantité d'eau nécessaire pour atteindre le degré de coloration plus ou moins intense que l'on désire).

---

## CONCLUSIONS.

---

De l'ensemble des résultats auxquels nous sommes arrivé dans l'étude des Bactériacées, que conclure?

I. — Pour chacune d'elles, nous avons démontré, en premier lieu, l'existence d'un cycle évolutif bien défini, passant par différentes phases que nous avons appelées : *l'état filamenteux*, *l'état dissocié* et *l'état zoogléique*. Les trois premières nous ont fourni, en outre, une quatrième phase : *l'état enchevêtré*.

Ces différents états correspondent chacun à un groupement morphologique particulier des éléments bactériens, en rapport avec des conditions spéciales de milieu. Parmi les conditions de milieu : les unes sont intrinsèques, c'est-à-dire inhérentes à la nature nutritive même du milieu; d'autres sont extrinsèques, c'est-à-dire liées à des phénomènes extérieurs, comme la température, la pression, la quantité plus ou moins grande d'oxygène, etc..... Voilà pourquoi la succession de ces différentes phases n'a rien de fixe, ni de constant, dans le cours du développement de chaque Bactériacée.

Tel ou tel état, sous des conditions de milieu les plus diverses, peut évoluer rapidement vers un autre état, ou même parfois faire complètement défaut. D'autre part, si le milieu ne se modifie pas, on peut conserver le même état pendant longtemps, sans que lui-même se modifie.

Ainsi on peut cultiver une Bactériacée quelconque, sous une phase ou même sous une forme donnée, à l'état de *pureté*, en l'ensemencant dans un milieu de composition, connue et invariable (ce que l'on obtient par la stérilisation), et dans des conditions données de température, de pression et d'aération.

II. — *L'état filamenteux* est l'état végétatif par excellence. Sous cet état, les éléments bactériens, qu'ils naissent directement de la

spore, ou qu'ils proviennent d'un autre état, se disposent en séries longitudinales, ou en chaînes articulées, dont chaque article est représenté par un élément.

Cette disposition se produit par division ou segmentation d'un élément primitif, dans une seule direction. Les éléments successifs qui naissent ainsi les uns des autres, restent unis entre eux, *bout à bout*, tantôt enfermés dans une véritable gaine filamenteuse, tantôt simplement réunis par des brides de substance interstitielle. D'ailleurs, cette dernière substance est de même nature que la gaine précédente; elle est, de plus, identique à l'enveloppe plus considérable qui entoure les groupes d'éléments de l'état zoogléique.

Elle est de nature gélatiniforme, et sécrétée par l'élément bactérien lui-même: elle joue un rôle des plus importants dans la disposition des éléments entre eux, c'est-à-dire dans l'aspect morphologique.

III. — Les éléments bactériens constitutifs des filaments se rencontrent, à l'intérieur de ces filaments, sous différentes formes, que l'on peut réduire à trois principales: formes rectilignes, formes courbes et formes spiralées.

Les formes rectilignes comprennent les éléments en *Leptothrix*, en *Bacillus* et en *Bacterium*. Ces différentes formes ne diffèrent entre elles que par leur longueur; elles passent de l'une à l'autre par un simple travail de segmentation.

Les formes courbes comprennent les éléments en *Vibrio*.

Ce ne sont, en réalité, que des éléments rectilignes, qui, sous des influences encore mal expliquées, s'incurvent suivant une de leurs faces. Très souvent l'élément rectiligne, avant de se dessiner, prend cette disposition curviligne, pour revenir ensuite à sa forme rectiligne, primitive.

Les formes spiralées renferment les éléments en *Spirillum* et en *Spirochæte*, comprenant un plus ou moins grand nombre de spires.

De même que l'élément en *Leptothrix* est un élément rectiligne assez long et indivis, se réduisant ensuite, par segmentation, en un grand nombre d'éléments plus courts en *Bacillus* ou en *Bacterium*, de même l'élément en *Spirillum* ou *Spirochæte* est un élément spiralé assez long et indivis, qui se réduit ensuite en plusieurs articles incurvés ou *Vibrio*. Or, nous venons de voir que

l'élément en *Vibrio* dérive de l'élément rectiligne. On peut donc poser en règle : que toutes les formes d'éléments bactériens proviennent de l'élément rectiligne primitif, et peuvent passer de l'une à l'autre, sous la moindre influence. Il est, par suite, rationnel de rencontrer, dans la succession des phases du cycle évolutif de telle ou telle Bactériacée, la coexistence des trois formes fondamentales d'éléments bactériens. Il ne saurait donc être question, ici, de *polymorphisme*, ou de *pléomorphisme*, dans le sens où un grand nombre d'observateurs semblent le comprendre, et qui, selon eux, tendrait à faire croire que chaque forme d'élément bactérien, représentant une espèce ou même un genre spécial de Bactériacée, se transformerait en une espèce nouvelle, en changeant de forme (1).

Mais si les différentes formes d'éléments bactériens proviennent d'un élément rectiligne primitif, par un simple travail de segmentation, il y a, à cette segmentation même, une limite. L'élément qui représente ce terme ultime de la segmentation, est l'élément en *Bacterium* court, elliptique-ovalaire, présentant un diamètre longitudinal un peu plus long que le diamètre transversal. Il est universellement répandu dans le groupe des Bactériacées, et il en est l'élément le plus constant. C'est la raison qui nous a déterminé à le prendre comme terme générique de trois des espèces que nous avons décrites, dans ce travail (2).

Quant à l'élément de forme arrondie ou en *Micrococcus*, une seule fois nous l'avons rencontré avec ses caractères bien nets, chez *B. Balbianii*.

Or, nous avons démontré, par une série d'observations et d'expériences, que cet élément arrondi, pour le cas du moins de notre Bactériacée, provenait directement de l'élément en *Bacterium* court elliptique-ovalaire, en changeant de milieu, de même qu'il retournait à cette forme, une fois transplanté dans son milieu primitif.

(1) Cette confusion provient, en effet, de ce que, dans la plupart des classifications actuelles, les formes d'éléments bactériens appelées *Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Spirochæte*, etc., sont considérées comme constituant des genres particuliers, à caractères constants, invariables.

(2) Toutefois, ce terme générique ne saurait être que provisoire; nous ne croyons pas devoir créer des termes génériques nouveaux, tant que la classification des Bactériacées ne sera pas basée sur des caractères naturels.



Chez *Clad. dichotoma* et chez *B. osteophilum*, nous avons montré que les éléments ressemblant à des *Coccus* ou à des *Micrococcus*, ne sont, en réalité, que des portions du protoplasma rétracté, et évoluant vers la spore endogène. Peut-être en est-il de même pour un certain nombre d'éléments en *Micrococcus*, appartenant à d'autres Bactériacées.

Quant aux conditions de milieu, dans lesquelles l'état filamenteux semble se produire le plus fréquemment, nous dirons que, pour le cas du moins des Bactériacées, étudiées par nous, cet état se manifeste surtout dans les milieux liquides, et à la surface aérée de ces liquides. Autrement dit, l'état filamenteux, est essentiellement *aérobie*.

Un dernier caractère de l'état filamenteux, c'est que les filaments qui le constituent sont en général *immobiles*.

IV. — *L'état dissocié* est caractérisé par la mise en liberté des éléments constitutifs de l'état filamenteux.

Ces éléments continuent à se diviser ; mais, au lieu de rester unis les uns aux autres, en séries ou chaînes filamenteuses, ils se séparent pour vivre isolément.

Quelquefois, ils restent néanmoins accouplés deux à deux, ou en chaînettes d'un petit nombre d'éléments ; mais, à l'inverse des éléments de l'état précédent, ils sont essentiellement *mobiles*. On pourra donc rencontrer, dans l'état dissocié, toutes les formes que nous avons décrites dans l'état filamenteux.

Au point de vue physiologique, l'état dissocié joue un rôle très important. Il est, avant tout, une phase de dissémination. Grâce à la mobilité de ses éléments, et à l'activité de leur travail de segmentation, il peut, en quelques heures, envahir un milieu de culture parfois très étendu. Aussi est-ce sous cette forme d'éléments isolés, dissociés et mobiles, que les Bactériacées se rencontrent le plus fréquemment, et qu'elles sont surtout connues actuellement.

V. — *L'état enchevêtré* constitue une troisième phase du cycle évolutif des Bactériacées. Il se présente sous forme de filaments *enchevêtrés* les uns dans les autres, comme autant d'écheveaux, à mailles plus ou moins serrées. Physiologiquement, c'est un état transitoire entre l'état filamenteux et l'état dissocié ou entre un de ces deux états et l'état zoogléique.

VI. — *L'état zooglèique* est la dernière phase du cycle évolutif. Les éléments qui composaient les états précédents se groupent suivant certaines dispositions qui, au premier abord, ne présentent aucun ordre apparent. En réalité, ils se disposent suivant un ordre déterminé, qui, dans les Bactériacées que nous avons étudiées, varie pour chaque espèce. Le phénomène qui domine tous les autres, c'est, autour de chaque élément, la sécrétion d'une gangue gélatiniforme (*glia* ou *glaire*), morphologiquement et physiologiquement identique à la gaine qui enveloppe les filaments.

Par le fait même de l'accroissement de cette enveloppe gélatiniforme qui les entoure complètement, comme d'une capsule, les éléments deviennent immobiles. Dès lors, le développement de l'état zooglèique va présenter une succession de stades que nous avons retrouvés dans chacune des Bactériacées étudiées par nous, et sur lesquels nous insisterons spécialement, en raison de leur importance, et de la constance même avec laquelle ils se retrouvent.

C'est, en premier lieu, le stade que nous venons d'indiquer, et dans lequel chaque élément est entouré d'une gangue ou capsule gélatiniforme propre. A ce stade, l'aspect morphologique des éléments correspond, trait pour trait, à celui qui caractérise le genre *Hyalococcus*, créé par SCHRÖTER (565 bis) pour le *Pneumococcus* de FRIEDLANDER (1).

(1) Voici la diagnose du genre *Hyalococcus* [voir COSTANTIN (144)] :

Chaque cellule ou chaque petite colonie, dans une gaine gélatineuse simple. . . . *Hyalococcus*. Or, la taxonomie bactériologique renferme plusieurs exemples de Bactériacées ayant les éléments entourés d'une capsule, à certains moments de leur existence. Tels sont : le *Pneumococcus* de FRIEDLANDER (232), et le *Pneumococcus* de FRÄNKEL (227), que STERNBERG (578) a dédié à PASTEUR, sous le nom de *Micrococcus Pasteuri*. C'est, en effet, PASTEUR (490) qui l'a trouvé, le premier, dans la salive d'un enfant mort de la rage. WEICHSELBAUM (634) a décrit le même organisme sous la forme *Diplococcus pneumoniae*, et GAMALEÏA (241), sous la forme de *Streptococcus*, d'où le nom de *Streptococcus lanceolatus Pasteuri*. Ces deux « *Hyalococcus* », qui, dans l'exsudat pneumonique, et dans le sang des animaux en expériences, présentent une capsule très nette, en sont dépourvus, dans les cultures sur gélatine. NEELSEN (435) a signalé cette capsule gélatiniforme autour des bâtonnets de la Bactériacée trouvée, dans le lait bleu, par EHRENBURG (184). REINKE et BERTHOLD (527) l'ont notée autour des éléments d'un *Bacillus subtilis* infestant les pommes de terre ; M. le Prof. DUCLAUX (169, 170) autour des bâtonnets d'*Actinobacter polymorphus*, tant que le lait reste acide, dès que l'alcalinité se manifeste, la capsule disparaît. CORNIL et ALVAREZ (139) la décrivent autour des bacilles du rhinosclérome, et ALVAREZ (7) autour de ceux de la fermentation indigotique, mais seulement lorsque ces éléments sont isolés dans les interstices des cellules ; dans les vaisseaux lymphatiques, au contraire, ils en sont dépourvus. BORDONI-UFFREDUZZI (80) relate la même particularité, mais seulement dans certains milieux, pour un micro-

Le second stade de l'état zoogléique est le stade que nous avons désigné par le terme *Merismopedia*, déjà connu en Algologie, et qui rappelle le thalle tabulaire, à éléments disposés quatre par quatre, chez les Algues Cyanophycées du même nom. En effet, à ce stade, les éléments précédents se segmentent ou se cloisonnent, non plus dans une seule direction, comme dans l'état filamenteux, mais dans deux directions. Il en résulte des petits groupes capsulaires d'éléments disposés plus ou moins régulièrement quatre par quatre ou en *Tétrades*, qui se développent uniquement en superficie (1).

Le troisième stade, est le stade *Sarcina*. Les éléments qui, jusque-là, ne s'étaient divisés que dans deux directions, s'étendant en surface, se segmentent dans les trois directions. Les capsules forment alors des paquets ou des groupes massifs plus ou moins cubiques. Chez les Bactériacées où nous avons constaté ce stade

organisme trouvé, par lui, dans des cadavres humains, et qu'il appelle *Proteus hominis capsulatus*; PFEIFFER (498), pour une autre espèce qu'il ne dénomme pas, et BANTI (32), pour quatre nouveaux *Bacillus* ou *Proteus*. E. KLEIN (324), SERAFINI (572) et METSCHNIKOFF (409) ont signalé également la présence d'une capsule gélatineuse, autour des bacilles du charbon; POELS (505) autour des *Micrococcus* du *coryza contagiosa* des chevaux, et METSCHNIKOFF (412), autour des bacilles de la tuberculose, mais seulement dans certaines conditions. N'y aurait-il pas lieu de rechercher si, de même que pour nos Bactériacées, la présence d'une auréole autour des éléments bactériens que nous venons de citer, ne coïnciderait pas avec l'apparition d'un état particulier de leur cycle évolutif, qui ne serait autre que le début de leur état zoogléique ?

(1) Cette disposition en *Tétrades*, que M. le Prof. VAN TIEGHEM (598) appelle *Merista*, en opposition au terme algologique de *Merismopedia*, est presque universellement considérée aujourd'hui (et c'est également notre opinion) comme le début du stade suivant en *Sarcina*. M. VAN TIEGHEM paraît se rallier à cette idée, pour quelques formes du moins, ainsi que plusieurs autres botanistes, entre autres, RABENHORST-WINTER (517). Néanmoins d'autres savants conservent encore cette dénomination générique, tels que ZOPF (662) pour l'élément en *Micrococcus* trouvé par NEISSER (437), dans le pus blennorrhagique, et qu'il appelle *Merismopedia gonorrhææ*, et PRAZMOWSKI (512), pour un élément disposé en *Tétrades* et trouvé par lui dans l'urine, *Merista ureæ*. Enfin, quelques bactériologues ont insisté sur cette forme particulière, dans le cours du développement d'un certain nombre de Bactériacées. ZOPF (661) l'a rencontrée d'une façon tellement nette et régulière chez une espèce vivant dans l'eau putréfiée, qu'il l'a appelée *Bacterium merismopedioides*, et l'identifie à *Merismopedia hyalina*, de KÜTZING (349 bis). RAY-LANKESTER (353, 353bis) l'a signalée, chez *Bacterium rubescens*; et M. le Prof. A. GIARD (248), dans son étude sur la cause de l'infection des eaux de Lille, l'a décrite chez *Crenothrix polyspora*. ROSENBACH (541), VIGNAL (617) et HEYDENREICH (290) l'ont également notée chez *Staphylococcus pyogenes aureus*, et MAROTTA (400) la considère comme l'agent véritablement infectieux du *Micrococcus* de la variole. FLÜGGE (218) l'a trouvée chez *Micrococcus roseus* et *M. cinnabareus*. Enfin, GAFKY (235 bis) et MENDOZA (405) considèrent cette disposition comme la caractéristique des deux *Micrococcus* rencontrés le premier (*M. tetragenus*), dans les produits tuberculeux, le second (*M. tetragenus mobilis ventriculi*), dans le mucus stomacal.



particulier, il ne s'est montré, pareillement aux précédents, que comme un stade transitoire de l'état zoogléique définitif (1).

Dans le stade suivant, la division des éléments se poursuit activement. On obtient alors des agglomérations de capsules, agrégées les unes avec les autres, et renfermant un nombre illimité d'éléments, qui presque tous se présentent sous la forme ultime de segmentation, c'est-à-dire sous la forme de *Bacterium* court elliptique-ovalaire. Dans ces conditions, le stade ne diffère pas sensiblement de l'aspect particulier de ces formes zoogléiques décrites sous le nom d'*Asco-coccus* par COHN (128), ou plutôt d'*Ascobacteria* par M. VAN TIEGHEM (597); morphologiquement, il est comparable aux thalles

(1) Si l'idée (émise par nous, d'après nos observations), que la forme *Sarcina* n'est qu'un des stades d'un état zoogléique plus complet, se vérifiait pour d'autres Bactériacées, il serait intéressant de reprendre l'histoire de la genèse et du développement des nombreuses formes en *Sarcina*, décrites jusqu'ici comme autant d'espèces distinctes, telles que : *Sarcina ventriculi* GOODSIR (259), *S. litoralis* OERSTED (458), *S. Reintjenbachii* CASPARY (108), *S. solani* REINKE et BERTHOLD (527), *S. intestinalis* ZOPF (662), *S. maxima* et *S. ou Pediococcus cerivisiæ* LINDNER (371). Cette dernière espèce ne serait, d'après son auteur, que la forme *Sarcina* de l'élément bactérien décrite, pour la première fois par PASTEUR (475) comme l'agent principal du trouble de la bière. *S. candida*, du même auteur, trouvée dans la bière blanche sous forme de petites zooglées arrondies, à éléments en *Diplococcus*, ne prendrait la forme *Sarcina* que dans la décoction de foin. M. le Prof. DUCLAUX (173), à propos de cette observation, relate celle qu'il a faite dans le cours de ses études sur la vitalité des germes, d'un microbe qui peut prendre, suivant les modes de culture, et garder dans ses générations successives, l'une des trois formes en *Micrococcus*, *Diplococcus*, *Merismopedia* ou *Sarcina*, c'est-à-dire les différents stades zoogléiques que nous avons indiqués pour nos Bactériacées. Il y aurait encore à reconnaître l'identité d'un grand nombre de formes en *Sarcina* rencontrées dans les organes sains ou malades du corps de l'homme, et rapportées, sans preuve suffisante, à *S. ventriculi*. En effet, bien que cette dernière forme ait été, depuis GOODSIR, l'objet de travaux nombreux et importants, par C. ROBIN (533), SURINGAR (583), LOSTORFER (380), COHN (127 bis), et surtout par FALKENHEIM (206), qui en a donné les caractères, en cultures pures, il n'est pas démontré que plusieurs *Sarcina*, décrites comme se rapportant à *S. ventriculi*, soient bien évidemment les analogues de cette dernière. Telles sont les *Sarcina* trouvées dans les sécrétions pathologiques du poulmon par ZENKER (655), BAMBERGER (31 bis), VIRCHOW (620), FRIEDREICH (233), COHNHEIM (132), HEIMER (284), NAUWERCK (434), H. FISCHER (215), etc.; dans les selles normales et diarrhéiques par EBERTH (177), HASSE (280), BONNET (77), HELLER (286). C'est ainsi qu'une de ces *Sarcina*, trouvée par HAUSER (282) dans les crachats de phthisiques, s'est montrée à lui avec des caractères différentiels assez nets pour en faire une espèce particulière, *S. pulmonum*. Détail intéressant : cette *Sarcina* présente, de la façon la plus nette, au début de sa formation, le stade en *Tétrade* ou en *Merismopedia*. Et nous avons vu que cette forme est la forme la plus constante sous laquelle se présente une autre Bactériacée, trouvée par GAFFKY (235 bis), dans les crachats tuberculeux, et qu'il appelle *Micrococcus tetragenus*. Les cultures de *Sarcina pulmonum* et de *Micrococcus tetragenus* présentent entre elles une ressemblance frappante, et pourraient bien n'appartenir qu'à un seul et même



massifs de certaines algues *Nostocacées*, décrites sous le nom de *Glœocapsa* (1).

Finalement, ces groupes de capsules affectent entre elles des dispositions qui semblent caractéristiques et constantes, pour chaque espèce donnée, et qui constituent l'état zooglœique définitif. C'est ainsi que l'état zooglœique se présente : chez *Clad. dichotoma*, sous la forme arborescente si nette, appelée autrefois *Zooglœa ramigera* ; chez *Bacterium Balbianii*, sous la forme cérébroïde ; chez *B. osteophilum*, sous la forme aciniforme, et chez *B. parasiticum*, sous la forme losangique.

Cet état zooglœique définitif, avec son allure propre et constante, pour telle ou telle Bactériacée, nous semble devoir constituer un caractère de premier ordre, pour la différenciation des diverses espèces de Bactériacées.

Au point de vue physiologique, nous croyons que cet état zooglœique, qui paraît se présenter dans le cours du développement d'un grand nombre de Bactériacées, constitue, pour les éléments bacté-

type. Or, comme le suggèrent BIZZOZERO et FIRKET (66), les rapports entre *M. tetragenus* et *Bacillus tuberculosis* ne sont peut-être pas très éloignés. Ces auteurs les rapprochent, en effet, des « grains colorés » (par la méthode d'EHRlich), trouvés par CORNIL et BABES (141), dans les coupes d'organes tuberculeux et dans les crachats des phthisiques. Les grains proviendraient des Bacilles, et dessineraient parfois « des figures analogues à celles des Sarcines. » A. JOLY (302) va plus loin encore. Pour lui les trois formes de *microbes* attribués à la tuberculose : le *Micrococcus* de TOUSSAINT, les *Zooglœes* de MALASSEZ et VIGNAL, le *Bacille* de KOCH, ne sont que des formes évolutives de ce dernier *Bacille*. Il serait de la plus grande importance, pour la pathologie aussi bien que pour l'histoire naturelle, d'être renseigné définitivement sur les véritables rapports de ces différentes formes entre elles, et sur leur rôle dans le processus tuberculeux.

Nous dirons la même chose des *Sarcina* trouvées dans l'urine par un grand nombre d'observateurs, entre autres par WELCKER (639) et LEUBE (365), qui est probablement identique à *Merista ureæ* PRAZMOWSKY (512), et dont on n'a pas recherché les affinités avec la Bactériacée considérée comme l'agent principal de la fermentation ammoniacale de l'urée toujours en vertu de cet aphorisme de COHN, que l'espèce bactérienne est monomorphe. Nous ferons la même remarque pour *Sarcina* ou *Pediococcus acidi lactici* LINDNER (371), qui n'est peut-être que le début de l'état zoologique de *Bacillus acidi lactici* ZOFF.

Enfin, d'autres formes en *Sarcina*, celles-là chromogènes, n'ont encore été qu'imparfaitement étudiées. Ce sont : *S. rosea*, *S. paludosa*, *S. lutea* SCHRÖTER (565 bis). D'après ce que nous avons décrit, chez *B. Balbianii*, n'est-il pas permis de penser que ces dernières peuvent également faire partie du cycle évolutif de Bactériacées non encore étudiées, et peut-être même de Bactériacées ne présentant aucune matière colorante, pendant certaines phases de leur développement ?

(1) C'est surtout chez *B. osteophilum*, comme on peut le voir par nos figures, que cette analogie avec les *Glœocapsa* est frappante.

riens, une phase de protection, contre les agents extérieurs, ou d'attente d'un milieu plus favorable, dans lequel les éléments, quittant leur enveloppe gélatiniforme, pourront revivre à l'état filamenteux ou à l'état dissocié.

Quant à la reproduction par *spores endogènes*, elle est plus fréquente, à notre avis, qu'on ne le suppose généralement. Nous avons vu la séparation insensible qui existe entre les Bactériacées à endospores et les Bactériacées à arthrospores. Nous pensons que cette distinction n'est pas légitime, et que là, où l'on a cru avoir affaire à une formation arthosporée, des recherches plus approfondies, plus minutieuses, arriveront à démontrer la formation endosporée.

D'autre part, les données actuelles sur lesquelles sont basées la plupart des classifications, sont-elles exactes? Nous savons que ces classifications reposent, presque toutes, sur la notion de la forme même des éléments. Or, nous venons de le voir : ces différentes formes peuvent se succéder, et même coexister, dans le cours du développement d'une seule et même espèce.

Ces formes, pourtant si nettes, ne sauraient désormais suffire pour la détermination des genres. « Le principe de la formation des genres, dans cette famille (les Bactériacées) est encore à chercher. » (VAN TIEGHEM (598)) (1).

(1) C'est l'opinion exprimée par un grand nombre de naturalistes.

Dès 1873, RAY-LANKESTER (353) reconnaît l'existence d'un grand nombre d'espèces de Bactériacées ; mais on devrait, dit-il, les caractériser, « non par leurs formes isolées, comme le fait COHN, mais par l'ensemble de leurs caractères morphologiques et physiologiques. » — En 1875, WARMING (626), affirme que « les Bactéries sont douées d'une plasticité illimitée, et qu'il faudra renoncer au système de M. COHN. » VON NÖCELI (432), en 1877, pense que l'on ne peut pas grouper les *Schizomycètes* d'après leurs formes extérieures et qu'il existe, parmi eux, « un petit nombre d'espèces se rapportant peu aux genres et aux espèces admises aujourd'hui et qui parcourent individuellement un cycle de formes déterminées. » D'autre part, HABERKORN (269) (1882) estime que les divisions de COHN ne sont que des formes d'un seul et même genre à espèces nombreuses. Plus récemment, en 1885, DE BARY (35) s'exprime ainsi au sujet de leur classification : « Il ne peut être question de donner une nomenclature systématique ni de présenter une classification botanique naturelle : les divisions établies jusqu'ici, parmi les Bactéries, n'offrent qu'un procédé plus ou moins commode et en tous cas provisoire, de s'entendre à leur sujet. » MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) en 1888, dans leur intéressante étude sur *Bacillus pyocyaneus*, après avoir décrit les nombreuses variations morphologiques de cette Bactériacée, en concluent « qu'il faut se mettre en garde contre certaines tendances à trop multiplier les espèces en se fondant sur des données morphologiques insuffisantes. » M. le Prof. BAILLON, dans sa *Botanique médicale cryptogamique* 1889, déclare « qu'aujourd'hui, nous pouvons dire en toute sincérité que nous ne savons pas ce que c'est qu'un genre de Schizophytes. » Enfin, tout dernièrement, en présentant la classifica-

Nous ne sommes pas assez téméraire pour proposer, à notre tour, un système de classification. Nos observations sont encore trop peu nombreuses pour nous permettre d'étendre nos vues particulières à l'ensemble du groupe.

Mais nous croyons que la majorité des espèces bactériennes, de même que *Clad. dichotoma*, *Bacterium Balbianii*, *B. osteophilum* et *B. parasiticum*, ont un cycle évolutif complet, depuis la spore qui donne le filament initial, jusqu'à la zooglée finale. Il faudra dorénavant, avant de classer telle ou telle Bactériacée, suivre pas à pas son développement, étudier les différentes modifications qu'elle subit, suivant les milieux dans lesquels on peut la cultiver : en un mot, la spécifier, d'après l'ensemble de ses caractères.

En d'autres termes, il ne suffira plus d'indiquer les formes que l'on rencontre dans tel ou tel milieu, mais il faudra rechercher si telle ou telle forme reste toujours constante, et identique à elle-même, suivant les milieux où on la cultive. On reconnaîtra peut-être alors qu'un grand nombre des formes que l'on avait décrites jusqu'ici comme des espèces absolument distinctes, étrangères l'une à l'autre, ne sont, en réalité, que des formes d'éléments appartenant à la même espèce, et se présentent dans des milieux souvent fort différents, non-seulement avec un aspect particulier, mais encore dans un groupement ou un état distinct, tantôt sous forme d'éléments libres, tantôt enfin sous forme de zooglées.

Quelles sont maintenant les affinités probables des Bactériacées avec les autres groupes végétaux ?

Le plus grand nombre des bactériologues, se basant sur l'absence de chlorophylle, rangent avec VON NAGELI les Bactériacées parmi les Champignons, sous le nom de *Schizomycètes*. D'autres, ne voulant pas se prononcer, en font simplement des *Schizophytes*. Or, sans parler de certaines espèces à coloration verte, due probablement à la chlorophylle, et étudiées par VAN TIEGHEM (597<sup>bis</sup>), non plus que de certaines des espèces chromogènes, chez lesquelles on a démontré l'affinité plus ou moins grande de la matière colorante avec la chlorophylle (1),

tion que nous croyons la plus récente, et cependant basée encore uniquement sur les formes des éléments bactériens, M. COSTANTIN (144) l'accompagne de cette note : « la classification de cette famille est très insuffisante et provisoire, car on a peu de données sur l'évolution de ces végétaux. »

(1) D'après les dernières recherches d'ENGELMANN (194), la plupart des organismes rouges d'eau douce et d'eau de mer, décrites sous différents noms, telles que *B. pho-*

nous dirons que les plus nombreuses raisons militent en faveur de leur rapprochement avec les Algues *Cyanophycées* ou *Nostocacées*. C'est l'opinion ancienne de COHN, et c'est celle de botanistes éminents, tels que MM. VAN TIEGHEM et BORNET. En effet, comme les Algues *Nostocacées* :

1° Elles s'accroissent par division répétée, dans une seule direction, en un thalle filamenteux, qui est l'analogue des *Trichomes* des *Nostocacées* filamenteuses.

2° Elles sont douées de mouvement, comme les *Oscillariées*.

3° Des portions du trichome peuvent se séparer du filament générateur, vivre à l'état indépendant, ou dissocié, et à la façon des *hormogonies*, reformer de nouveaux filaments ou trichomes.

4° Dans le cours du développement, elles présentent, à l'état zoogléique, des stades absolument comparables aux thalles tabulaires des *Merismopedia*, et aux thalles massifs des *Glæocapsa*.

5° Enfin, comme nous l'avons constaté pour les spores de *Cladotrix*, elles peuvent offrir le même mode de germination que certains *Nostoc*.

Nous insistons tout particulièrement sur les formes en *Merismopedia* et en *Glæocapsa*, qui sont peut-être les liens phylogénétiques les plus probants entre les deux groupes.

En terminant, nous ne pouvons pas mieux faire que de répéter les paroles de DALLINGER (150) : « Le groupe des Bactériacées est un groupe végétal, et doit être avant tout étudié comme tel. » Nous devons donc, pour le connaître, nous entourer des méthodes les plus rigoureuses d'observation et d'expérimentation que nous ont léguées nos devanciers et nos maîtres. C'est par elles qu'on arrivera, nous en avons le ferme espoir, à cataloguer les différentes espèces de Bactériacées, comme on l'a fait pour les espèces des autres familles végétales, et que, mieux renseigné sur la signification véritable de l'espèce, dans ce groupe si intéressant, on pourra étudier avec plus de sûreté leur véritable rôle et leurs propriétés physiologiques.

*tometricum* ENGELMANN (193), *B. rubescens* RAY-LANKESTER (353), *B. sulfuratum* WARMING (626), *Clathrocystis roseo-persicina* COHN (128), *Monas Okenii*, *M. vinosa* EHRENBURG (184), *M. Warmingii* COHN (128), *Ophidomonas sanguinea* EHRENBURG (184), *Rhabdomonas rosea* COHN (128), et *Spirillum violaceum* WARMING (626), organismes rangés actuellement dans le groupe des Bactériacées sulfureuses, renfermeraient un pigment appelé *Bacterio-purpurine* par RAY-LANKESTER (353). Ce pigment serait une véritable chromophylle analogue aux autres chromophylles (chlorophylle, diatomine, rhodophylle, etc.).



## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

---

1. ABREU. — *A raiva*. (Lisbonne, 1886).
2. AFANASSIEFF. — *Die Aetiologie und klinische Bakteriologie des Keuchhustens* (St-Petersb. med. Wochenschr., 1887).
3. ALBRECHT. — *Ueber Spirochæte des Recurrens* (St-Petersb. med. Wochenschr., 1879).
4. ALI-COHEN. — *Eigenbewegung bei Mikrokokken* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
5. ALMQUIST. — *Typhöidfeberus-Bakterie* (Stockholm, 1882, et Göteborg, 1885).
6. ALVAREZ. — *Anatomie pathologique du rhinosclérome* (Arch. de physiol., norm. et pathol. 3<sup>e</sup> série, VII, 1886).
7. ALVAREZ. — *Sur un nouveau microbe déterminant la fermentation indigotique* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
8. ALVAREZ et TAVEL. — *Recherches sur le bacille de LUSTGARTEN* (Arch. de physiol., norm. et pathol. 3<sup>e</sup> sér. VI, 1885).
9. AMRUSCH. — *Ueber eine Zooglöa-Form der Tuberkel-Organismen* (Wien. med. Jahrb. 1886).
10. ARLOING. — *Propriétés zymotiques de certains virus* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CI., 1885. — *Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus anthracis* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CI., 1885 et Arch. de physiol., norm. et pathol. 3<sup>e</sup> sér. VII, 1886). — *Les spores du Bacillus anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIV, 1887).
11. Id. — *Nouvelles expériences comparatives sur l'inoculabilité de la scrofule et de la tuberculose de l'homme au lapin et au cobaye* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIX, 1884; CI, 1885 et CIII, 1886). — *Essai sur la différenciation expérimentale de la scrofule et de la tuberculose humaines* (Rev. de Méd., 1887).

12. ARLOING et CORNEVIN. — *Sur un procédé d'augmentation de la virulence normale du microbe du charbon symptomatique, et de restitution de l'activité primitive après atténuation* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIII, 1886).
13. ARLOING, CORNEVIN et THOMAS. — *Sur l'inoculabilité du charbon symptomatique et les caractères qui le différencient du sang de rate* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XC, 1880). — *De l'inoculation du charbon symptomatique par injection intra-veineuse, et de l'immunité conférée au veau, au mouton et à la chèvre par ce procédé* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCI, 1880). — *Bactérie du charbon symptomatique* (Bull. Acad. d. Méd., 1881). — *Sur la cause de l'immunité des adultes de l'espèce bovine contre le charbon symptomatique ou bactérien, dans les localités où cette maladie est fréquente* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCIII, 1881). — *Mécanisme de l'infection dans les différents modes d'inoculation du charbon symptomatique. Application à l'interprétation des faits cliniques et à la méthode des inoculations préventives* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCII, 1881). — *Nouvelles recherches expérimentales sur la maladie infectieuse appelée charbon symptomatique* (Journ. d. Méd. vétér. et de zootechn. Lyon, 3<sup>e</sup> série, VI, 1881). — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique* (Arch. vétér., Paris, VI, 1881). — *Note relative à la conservation et à la destruction de la virulence du microbe du charbon symptomatique* (Rec. d. Méd. vétér., Paris, 6<sup>e</sup> sér., IX, 1882). — *Moyen de conférer artificiellement l'immunité contre le charbon symptomatique ou bactérien avec du virus atténué* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCV, 1882). — *Le charbon symptomatique; troisième rapport à M. le Ministre de l'Agriculture, sur le résultat des inoculations préventives* (Arch. vétér., Paris, III, 1882). — *Modifications que subit le virus du charbon symptomatique ou bactérien sous l'influence de quelques causes de destruction* (C. R. Soc. d. Biol. Paris, 7<sup>e</sup> sér., IV, 1883). — *Du charbon bactérien; charbon symptomatique et*

- charbon essentiel* de CHABERT, (Paris, 1883). — *Le charbon symptomatique du bœuf* (2<sup>e</sup> édit., Paris, 1887).
14. ARCHANGELSKI. — *Ueber Milzbrand* (Centralbl. f. d. med. Wissench. 1882).
15. ARNDT. — *Beobachtungen an Spirochete des Zahnschleimes* VIRCHOW'S Arch., LXXIX, 1880).
16. ARNING — *Ueber das Vorkommen des Bacillus lepræ bei Lepra anæsthetica sive nervosum* (VIRCHOW'S Arch. XC, 1880).
17. ARTAUD. — *Étude sur l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Paris, 1885).
18. ARTHUR. — *Pear blight (Micrococcus amyliovorus)*. (New-York Agricult. Experim. Station, 1885). — *History and biology of Pearblight* (Proc. Acad. Nat. Sc., Philadelphia, 1886).
19. ARTIGALAS. — *Les microbes pathogènes* (Paris-Bordeaux, 1885)
20. AUFRECHT. — *Zwei Fälle von Meningitis cerebro-spinalis* (Deutsche med. Wochenschr. 1880).
- 20 bis. Id. — *Pathologische Mittheilungen* (Magdeburg, 1884-87).
21. Id. — *Ueber den Befund von Syphilis-Mikrokokken* (Centralbl. f. d. med. Wissench., 1881).
22. Id. — *Die experimentelle Erzeugung der Endometritis diphtherica puerperalis* (Naturforsch. Versamml. 1884).
23. BABES. — *Étude comparée des bacilles de la tuberculose et de la lèpre* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CVI, 1883. — *Note sur le rapport des bacilles de la tuberculose et de la lèpre avec les surfaces tégumentales* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1883).
- 23 bis. Id. — *Sur le microbe de la fièvre jaune et sur les lésions du foie et du rein dans cette maladie* (C. R. Acad. Sc Paris, XCVII, 1883).
24. Id. — *Observations sur la topographie des bacilles de la lèpre dans les tissus, et sur les bacilles du choléra des poules* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 3<sup>e</sup> sér., II, 1883).

25. BABES. -- *Der erste Nachweis des Tuberkelbacillus im Harn* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
26. Id. — *Bacilles en virgule du choléra* (Bull. Soc. Anat. Paris, 1884 et VIRCHOW's Arch. XCIX, 1885).
- 26 bis. Id. — *Studien über die Wurthkrankheit* (VIRCHOW's Arch. CX, 1887).
27. Id. — *Ueber isolirt färbbare Antheile von Bakterien* (Zeitschr f. Hygiene, V, 1888).
28. BAILLET. — *Recherches sur le rouget ou mal rouge du porc* (Rec. méd. vétér., 1884).
29. BAILLON. — *Traité de botanique médicale cryptogamique* (Paris, 1889).
30. BALMER et FRÄNTZEL. — *Ueber das Verhalten der Tuberkelbacillen im Auswurf während des Verlaufs der Lungenschwindsucht* (Berlin. klin. Wochenschr. 1882).
31. BALBIANI. — *Études bactériologiques sur les Arthropodes* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIII, 1886).
- 31 bis. BAMBERGER. — Cité par VIRCHOW (620).
32. BANTI. — *Sopra 4 nuove specie di protei o bacilli capsulati* (Lo Speriment. 1888).
33. BARDACH. — *Zur Frage der Præventivimpfungen bei Hydrophobie* (Wratsch, 1887). — *Le virus rabique dans le lait* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Sur le passage du virus rabique de la mère au fœtus* (Id. 1887). — *Nouvelles recherches sur la rage* (Id. 1888).
34. BARY (DE). — *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozen und Bakterien* (Leipzig, 1884).
35. Id. — *Leçons sur les Bactéries* (Traduites et annotées par WASSERZUG, Paris, 1886).
36. BASTIAN. — *Bearing of experimental evidence of the germ theory of disease* (Brit. Med. Jnal. 1878).
37. BATILIN. — *Bakterien inficirte Weizen und Maiskörner* (Bot. Zeitung, 1882).
38. BAUMGARTEN. — *Ueber das Verhältniss von Perlucht und Tuberculose* (Berlin. klin. Wochenschr., 1880. — *Ueber Tuberculose* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1882, et Deutsche med. Wochenschr., 1882). — *Beiträge zur Dars*



- tellungsmethode der Tuberkelbacillen* (Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop., I, 1884). — *Ueber ein neues Reinculturverfahren der Tuberkelbacillen* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1884). *Ueber Tuberkel und Tuberculose* (Berlin, 1885).
39. BAUMGARTEN. — *Ueber Untersuchungsmethoden zur Unterscheidung von Lepra und Tuberkelbacillen* (Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop., I, 1884). — *Ueber die Färbungsunterschiede zwischen Lepra- und Tuberkelbacillen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887). — *Tuberkel- und Leprabacillen* (id. II, 1887).
40. Id. — *Ueber pathogene pflanzliche Mikroorganismen. II. Die pathogenen Schizomyceten* (Berlin, 1884). — *Lehrbuch der pathologische Mykologie* (Berlin, 1886-1888).
41. BEAL-LIONEL. — *Disease germs, their nature and origin* (London, 1872).
42. BÉCHAMP. — *De l'origine et du développement des bactéries* (en collabor. avec M. ESTOR. C. R. Acad. Sc. Paris, LXVI, 1868). — *Sur les microzymas et les bactéries* (Montpellier méd. 1875). — *Rôle et origine de quelques microzymas* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCII, 1881). — *Les microzymas sont-ils des organismes vivants. Exposition d'une théorie expérimentale de l'antisepticité* (Bull. Acad. Méd., Paris, 2<sup>e</sup> sér., XI, 1882). — *Les microzymas et les zymases* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 1882). — *Les microzymas dans leur rapport avec l'hétérogénie, l'histologie, la physiologie et la pathologie* (Paris, 1883). — *Microzymas et microbes* (Paris, 1886). — *Discussion sur les Ptomaines...* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> sér. XV, 1886). — *La théorie du microzyma et le système microbien* (Paris, 1888).
43. BECKER. — *Vorläufige Mittheilung über den die acute infectiöse Osteomyelitis erzeugenden Mikroorganismus* (Deutsche med., Wochenschr., 1883).
44. BEHRING. — *Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
45. BELFANTI et PESCAROLO. — (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).

46. BENDER. — *Zusammenfassender Bericht über die Bacillen bei Syphilis* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
- 46 bis. Id. — *Das Rhinosclerom* (Id. I, 1887).
- 46 ter. Id. — *Ueber den Erysipelcoccus* FEHLEISEN (Id. IV, 1888).
47. BENNER. — *Zur Aetiologie der Trismus sive Tetanus neonatorum* (Zeitschr. f. Hygiene, III, 1888).
48. BERNHEIM. — *Die parasitären Bakterien der Cerealien* (Münch. med. Wochenschr., 1888).
49. BERT (P.). — *Nouvelles recherches sur le sang de rate* C. R. Soc. Biol. Paris, 1876). — *Expériences sur le sang du charbon* (Id. 1877). — *Influence de l'oxygène à haute pression sur les corpuscules reproducteurs des vibrioniens charbonneux* (Id. 1878). — *Conservation dans l'alcool de la virulence charbonneuse du sang chargé de corpuscules reproducteurs des vibrioniens charbonneux* (Id. 1878).
50. BEUMER et PEIPER. — *Bacteriologische Studien über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1886).
51. BEYERINCK. — *Die Bakterien der Papilionaceenknöllchen* (Bot. Zeitung, 1888).
52. BIEDERT. — *Die Reinculturen in Reichs-Gesundheitsamt und der Cholerabacillus* (Deutsche Med. Ztg. 1885).
53. Id. — *Beitrag zur Frage nach der Constanz der Spalpilze, Kokkobacillus zymogenes und Bacterium Termo* (VIRCHOW'S Arch. C, 1885).
54. BIENSTOCK. — *Ueber die Bakterien des Fæces* (Fortschr. f. d. Med., 1883).
55. Id. — *Zur Frage der Sogen Syphilisbacillen und der Tuberkelbacillenfärbung* (Fortschr. d. Med. IV. 1886).
56. BILLET. — *Sur la formation et la germination des spores chez le Cladothrix dichotoma* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, C, 1885).
57. Id. — *Sur le Bacterium ureæ* (Id. C, 1885).
58. Id. — *Sur le cycle évolutif et les variations morphologiques d'une nouvelle Bactériacée marine, Bacterium laminariæ* (Id. CVI, 1888).

59. BILLET. — *Sur une nouvelle Bactériacée chromogène et marine, Bacterium Balbianii* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, CVII, 1888).
60. BILLROTH. — *Untersuchungen über die Vegetationsformen der Coccobacteria septica* (Berlin 1874).
61. BONDI. — *Die pathogenen Microorganismen des Speichels* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1887).
62. BIRCH-HIRSCHFELD. — *Ueber die Recurrenz-Spirochaeten* (Med. Jahrb. CLXVI, 1879).
63.            Id.               — *Bakterien in syphilitischen Neubildungen* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1882).
64.            Id.               — *Untersuchungen zur Pathologie des Typhus abdominalis*. Naturforsch. Versamml. zu Würzburg, 1874. — *Ueber die Züchtung von Typhusbacillen in gefärbten Nährlösungen* (Arch. f. Hygiene, 1887).
65. BIRCH-HIRSCHFELD et GERBER. — *Ueber einen Fall von Endocarditis ulcerosa und das Vorkommen der Bakterien bei dieser Krankheit* (Arch. d. Heilkunde, XVII, 1876).
66. BIZZOZERO et FIRKET. — *Manuel de Microchimie clinique* (Paris-Bruxelles, 2<sup>e</sup> édition française).
67. BLAINE. — *Bovine tuberculose ; its communication, its ingestion, inhalation and hereditary transmission* (Med. Record., 1887).
68. BOCHFONTAINE. — *Expériences pour servir à l'étude des propriétés physiologiques des déjections alvines de la dysentérie et du choléra* (Arch. d. phys. norm. et pathol. 3<sup>e</sup> sér. VII, 1886).
69. BOCKHART. — *Beitrag zur Aetiologie und Pathologie des Harnröhrentrippers* (Würzburg. phys. med. Ges. 1882).
70. BOEHLENDORF (VON). — *Ein Beitrag zur Biologie einiger Schizomyceten* (Dorpat, 1880).
71. BOENS — *La fièvre typhoïde, ses causes, son traitement et sa prophylaxie* (Bull. Acad. Roy. d. Méd. de Belgique. 3<sup>e</sup> sér. XVII, 1883).
72. BOINET et DÉPÉRET. — *Du bouton de Gafsa au camp de Sathonay* (Lyon méd. 1884).
- 72 bis. — *Recherches sur les microorganismes de l'ulcère phagédénique observé au Tonkin* (Lyon Méd. LX, 1889).

73. BOLLINGER. — *Ueber Milzbrand* (Centralbl. f. d. med. Wissensch., 1872 et Sitzungber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München, I, 1885).
74. Id. — *Zur Aetiologie der Infectiouskrankheiten* (Aerztever. zu München, 1881).
75. Id. — *Zur Aetiologie der Tuberkulose* (München, 1883). — *Ueber Tuberkelbacillen in Eiter einer tuberkulösen Kuh und über Virulenz des Secretes einer derartig erkrankten Milchdrüsen* (Bayerisch. arztl. Intellig. Bl., 1883).
76. BOLTON (MEADE-). — *Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1886).
- 76 bis. Id. — *A method of preparing potatoes for bacterial cultures* (Med. News, 1887).
77. BONNET. — *Lectures on clinical medicin* (Edinburg, 1851).
78. BONOME. — *Ueber die Aetiologie des Tetanus* (Fortschr. d. Med., 1887).
79. BORDONI-UFFREDUZZI. — *Ueber die Cultur der Leprabacillen* (Zeitschr. f. Hygiene, III, 1887).
80. Id. — *Ueber den Proteus hominis capsulatus und über eine neue durch ihn erzeugte Infectiouskrankheit des Menschen* (Zeitschr. f. Hygiene, III, 1887).
81. BORNET et THURET. — *Notes algologiques* (Paris, 1880).
82. BORY-DE-SAINT-VINCENT. — *Encyclopédie méthodique* (Paris, 1824). — *Dictionnaire d'histoire naturelle* (Paris, 1830).
83. BOUCHARD. — *Élimination par les urines, dans les maladies infectieuses, de matières solubles, morbifiques et vaccinnantes, fabriquées dans le corps des animaux par des microbes pathogènes* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
84. Id. — *Influence du bacille pyocyanique sur la maladie charbonneuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
85. BOUCHARD, CAPITAN et CHARRIN. — *Sur la culture du microbe de la morve et sur la transmission de la maladie à l'aide des liquides de culture* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1882).
86. BOULEY. — *Inoculations préventives du charbon* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. IX, 1880).



87. BOULEY. — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique, faites à Chaumont* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. XCIII, 1881). — *De la vaccination contre le charbon symptomatique. Observations à la suite d'une communication de M. PASTEUR* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. XCII, 1881).
88. Id. — *De la péricapnemonie contagieuse des bêtes à cornes* (Rec. méd. vétér. 6<sup>e</sup> Sér. VIII, 1881). — *Inoculation préventive de la péricapnemonie contagieuse des bêtes bovines* (Bull. Acad. Méd. Paris. 2<sup>e</sup> Sér. X, 1881, et Rec. méd. vétér. 6<sup>e</sup> Sér., IX, 1882).
89. Id. — *La nature vivante de la contagion; contagiosité de la tuberculose* (Paris, 1884).
90. BOUTROUX. — *Sur une fermentation nouvelle du glucose* (Ann. d. Ecole Norm. Sup., 1880. — *Sur une fermentation acide du glucose* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. CII, 1886. — *Sur l'oxydation du glucose par les microbes* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
91. BRÉAL. — *Sur les tubercules à bactéries des racines des légumineuses* (Ann. agron. Paris. XIV, 1888).
92. BREFELD. — *Untersuchungen über die Spaltpilze. — Bacillus subtilis* (Gesselsch. nat. Freunde in Berlin, 1878, et in Schimmelpilze. IV, 1878).
93. BRIEGER. — *Ueber Spaltungsproducte der Bacterien* (Zeitschr. f. physiol. Chemie. VIII, 1884, et Berlin. Klin. Wochenschr., 1884).
94. Id. — *Untersuchungen über Ptomaine* (Berlin, 1886). — *Microbes, ptomaines et maladies* (Trad. par ROUSSY et WINTER. Paris, 1886).
- 94<sup>bis</sup>. Id. — *Ueber Cholera* (Verein f. inn. Med. zu Berlin, 1887).
95. BRUNCHORST. — *Ueber die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1885).
96. BÜCHNER. — *Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrand-contagiums aus den Heupilzen* (NÄGELI'S Unters. ü. nied. Pilze. München, 1882). — *Versuche über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung* (Id.). — *Die Umwandlung der Milzbrandbakterien in unschädliche Bacterien und die Entgegnung KOCH's an PASTEUR* (VIRCHOW'S Arch. XCI, 1883).

97. BÜCHNER. — *Beiträge zur Morphologie d. Spaltpilze* NÄGELI'S Unters. ü. nied. Pilze. München, 1882).
- 97 bis. Id. — *Ueber die Vermeintlichen Sporen der Typhusbacillen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
98. BUDJWID (ODO-). — *Eine chemische Reaction für die Cholelabakterien* (Zeitschr. f. Hygiene. II, 1887). — *Neue Method zum Diagnosticiren und Isoliren der Cholera-bakterien* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
99. BUMM. — *Zur Kenntniss der Gonorrhoe der weiblichen Genitalien* (Arch. f. Gyn. XXIII. 1884). — *Micro-Organismus der gonorrhoeischen Schleimhaut-Erkrankungen* « Gonococcus-NEISSER ». Wiesbaden, 1887).
100. BURDON-SANDERSON, DUGUN, GREENFIELD et BENHAM. — *Investigations of Anthrax* (Journal of. Roy. Agric. Soc. 1880).
101. BURRILL. — *Pear blight; bacteria as a cause of disease in plants* (Americ. Naturalist, 1881).
102. Id. — *Micrococcus toxicatus, the peculiar poison of Rhus* (Americ. Naturalist, XVII, 1885).
103. CADÉAC et MALET. — *Recherches expérimentales sur la transmission de la tuberculose par les voies respiratoires* (C. R. Acad. Sc. Paris. CV, 1887).
104. Id. — *Transmission de la morve aiguë au porc* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885). — *Sur la transmission de la morve de la mère au fœtus* (Id. CII, 1886). — *Sur la résistance du virus morveux à l'action destructive des agents atmosphériques et de la chaleur* (Id. CIII, 1886). — *Recherches expérimentales sur la morve* (Toulouse, 1886). — *Études expérimentales de la transmission de la morve par contagion médiate ou par infection* (Rev. d. Méd. Paris, 1887).
105. CAGNIARD-LATOURE. — *Mémoire sur la fermentation vineuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, IV, 1837 et Ann. d. Chim. et de Phys. Paris, LXVIII, 1838).
106. CAPITAN et CHARRIN. — *Microbes dans la fièvre jaune* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1881).
107. CARTER. — *Weiteres zur Übertragung der Recurrens von Menschen* (Deutsche med. Wochenschr. 1879).

108. CASPARY. — *Merismopedium Reitenbachii* (Schrift d. physikal. — Oekonom. Ges. zu Königsberg, XV, 1874).
109. CECI. — *Ueber die in den malarischen und gewöhnlichen Bodenarten enthaltenen Keime und niederen Organismen* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmac. XIV et XV). — *Del germi ed organismi inferiori contenuti nelle terre malariche e commune* (Roma-Milano, 1883).
110. CELLI. — *Alcune proprietà del virus rabbico* (Bull. d. R. Accad. Mediz. di Roma, 1886-87).
111. CHAMBERLAND. — *Résultats pratiques de la vaccination charbonneuse* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
112. CHAMBERLAND et ROUX. — *Sur l'atténuation de la bactériémie charbonneuse et de ses germes sous l'influence des substances antiseptiques* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883).
113. CHAMBRELENT et MOUSSOUS. — *Expériences sur le passage des bactériémies du charbon dans le lait des animaux atteints du charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris XCVII, 1883).
114. CHANTEMESSE. — *La tuberculose zoogénique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
115. Id. — *Note sur le bouton du Nil*. (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
116. CHANTEMESSE et WIDAL. — *Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Arch. d. phys. norm. et pathol, 3<sup>e</sup> Sér. IX, 1887). — *Immunité contre la fièvre typhoïde conférée par des substances solubles* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
117. Id. — *Le microbe de la dysentérie épidémique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1888).
118. CHARRIN. — *La maladie pyocyannique*. (Paris, 1889).
- 118 bis. CHARRIN et GUIGNARD. — *Action du bacille pyocyannique sur la bactériémie charbonneuse*. (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
119. CHARRIN et ROGER. — *Modifications provoquées dans les fonctions d'un microbe chromogène*. (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887.)
120. Id. — *Première note sur la pseudo-tuberculose*. (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888.)
121. CHAUVEAU. — *De la prédisposition et de l'immunité pathologiques. Influence de la provenance ou de la race sur*

*l'aptitude des animaux de l'espèce ovine à contracter le sang de rate* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIX, 1879). — *Nouvelles expériences sur la résistance des moutons algériens au sang de rate* (Id. XC, 1880). — *Des causes qui peuvent faire varier les résultats de l'inoculation charbonneuse sur les moutons algériens. Influence de la quantité des agents infectants. Application à la théorie de l'immunité* (Id. XC, 1880). — *Étude expérimentale de l'action exercée sur l'agent infectieux par l'organisme des moutons plus ou moins réfractaires au sang de rate ; ce qu'il adient des microbes spécifiques introduits directement dans le torrent circulatoire par transfusions massives de sang charbonneux* (Id. XCI, 1880). — *Sur la résistance des animaux de l'espèce bovine au sang de rate et sur la préservation de ces animaux par les inoculations préventives* (Id. XCI, 1880). — *Nature de l'immunité des moutons algériens contre le sang de rate. Est-ce une aptitude de race ?* (Id. XCI, 1880). — *Du renforcement de l'immunité des moutons algériens à l'égard du sang de rate, par les inoculations préventives. Influence de l'inoculation de la mère sur la réceptivité du fœtus* (Id. CXI, 1880). — *Étude expérimentale des conditions qui permettent de rendre usuel l'emploi de la méthode de M. TOUSSAINT pour atténuer le virus charbonneux et vacciner les espèces animales sujettes au sang de rate* (Id. XCIV, 1882). — *Du rôle respectif de l'oxygène et de la chaleur dans l'atténuation du virus charbonneux par la méthode de M. PASTEUR. Théorie générale de l'atténuation par l'application de ces deux agents aux microbes aérobies* (Id. XCVI, 1883). — *De la préparation et du mode d'emploi des cultures atténuées par le chauffage pour servir aux inoculations préventives contre le charbon* (Id. XCVII, 1883). — *De la préparation, en grandes masses, des cultures atténuées par le chauffage rapide, pour l'inoculation préventive du sang de rate* (Id. XCVIII, 1884). — *Du chauffage des grandes cultures de bacilles au sang de rate* (Id. XCVIII, 1884). — *Sur le transformisme en microbiologie pathogène. Des limites, des conditions et des*



conséquences de la variabilité du *Bacillus anthracis* (Id. CIX, 1889).

122. CHAUVEAU. — *Nature du virus-vaccin. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe actif de la sérosité vaccinale virulente* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, LXVIII, 1868). — *De la prédisposition et de l'immunité pathologique* (Rev. mens. d. méd et d. chir. Paris, 1878). — *De l'atténuation des effets des inoculations virulentes par l'emploi de très petites quantités de virus* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCII, 1881). — *Études des ferments et des virus* (Gaz. des hôp. Paris, LIV, 1881). — *De l'atténuation directe et rapide des cultures virulentes par l'action de la chaleur* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883). — *De la faculté prolifique des agents virulents atténués par la chaleur...* (Id. XCVI, 1883). — *Du rôle de l'oxygène de l'air dans l'atténuation quasi instantanée des cultures virulentes par l'action de la chaleur* (Id. XCVI, 1883). — *De l'atténuation des cultures virulentes par l'oxygène comprimé* (Id. XCVIII, 1884 et CI, 1885). — *Sur la théorie des inoculations préventives* (Rev. d. Méd. Paris, VI, 1887). — *Sur le mécanisme de l'immunité* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVI, 1888, et Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Sur les propriétés vaccinales de microbes ci-devant pathogènes, transformés en microbes simplement saprogènes dépourvus de toutes propriétés virulentes* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
- 122 bis. Id. — *L'inoculation préventive du choléra* (Rev. Scient. Paris, II, 1885).
123. CHAUVEAU et ARLOING. — *Étude expérimentale sur la septicémie gangréneuse* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1886).
124. CHRISTOT et KIENER. — *De la présence des bactéries et de la leucocytose concomitante dans les affections farcino-morveuses* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXVII, 1868).
125. CIENKOWSKI. — *Zur Morphologie der Bakterien* (Mém. d. Acad. d. St-Petersbourg, 7<sup>e</sup> sér. XXV, 1877).
126. Id. — *Untersuchung über die Gallertbildungen des Zuckerrübensafte* (Résumé allemand du mémoire russe. Charkow, 1878).

127. COHN. — *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze* (Nov. Act. Acad. CÆSAR. LEOPOLD. CAROLIN. nat. curios. XXIV, 1853).
- 127 bis. Id. — I. *Untersuchungen über Bacterien* (Beitr. z. Biol. Pflanzen, I, 2<sup>e</sup> p., 1872).
128. Id. — II. *Id.* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. I, 3<sup>e</sup> p., 1875).
- 128 bis. Id. — IV. *Id.* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. II, 2<sup>e</sup> p., 1877).
129. Id. — *Ueber den Brunnenfaden. Crenothrix polyspora* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, I, 1<sup>re</sup> p.).
130. Id. — *Organismen in der Pockenlymphe* (VIRCHOW's Arch. LXV, 1872).
131. Id. — *Zur weiteren Kenntniss des Febris recurrens und der Spirochæten* (Deutsche med. Wochenschr. 1879).
132. COHNHEIM. — *Zwei Fälle von Mykosis der Lungen* (VIRCHOW's Arch. XXIII, 1865).
133. COLIN (G). — *Sur le développement successif de foyers virulents pendant la période d'incubation des maladies charbonneuses* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> S. VII, 1878). — *Charbon et virulence* (Discussion avec M. PASTEUR (Id. VII, 1878). — *Nouvelles recherches sur le rôle des ganglions lymphatiques dans la genèse du charbon* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. VIII, 1879). — *Étiologie du charbon* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. VIII, 1879). — *Analyse expérimentale de la pustule maligne et de l'œdème charbonneux* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. IX, 1880). — *Expériences sur la conservation des bactériidies charbonneuses dans le sol* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. X, 1881). — *Sur un prétendu moyen de conférer l'immunité contre le charbon* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. XI, 1881). — *Quelques expériences sur la rage, la septicémie et le charbon* (Id. 2<sup>e</sup> Sér. X, 1881).
134. Id. — *Sur la transmission de la tuberculose aux grands ruminants* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884).
- 134 bis. Id. — *Études expérimentales sur les affections diphtéritiques des animaux* (C. R. Acad. Sc. Paris, C, 1885).
135. CORNEVIN. — *Première étude sur le rouget du porc* (Paris, 1885).
136. CORNIL. — *Note sur le siège des bactéries de la lèpre et sur les lésions des organes dans cette maladie* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. X, 1881).

137. CORNIL.— *Discussion sur les ptomaines, les leucomaines et la théorie microbienne* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. XV, 1886).
138. Id. — *Foie tuberculeux du lapin après injection intra-veineuse de bacilles tuberculeux* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
139. CORNIL et ALVAREZ. — *Sur les micro-organismes du rhinosclérome* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1885). — *Mémoire pour servir à l'histoire du rhinosclérome* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3<sup>e</sup> Sér. VI, 1885).
140. CORNIL et BABES. — *Note sur le siège des bactéries dans la variole, la vaccine et l'érysipèle* (Soc. méd. hôp. Paris, 1883).
141. Id. — *Sur la topographie des bacilles dans l'anatomie pathologique de la tuberculose* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. XII, 1883).
- 141 bis. Id. — *Les Bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses* (2<sup>e</sup> édit. Paris, 1886).
142. CORNIL et CHANTEMESSE. — *Etiologie de la pneumonie contagieuse des porcs* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
143. CORNU. — (Bull. Soc. Bot. de France, XXIV, 1877, p. 134).
144. GOSTANTIN. — *Les Mucédinées simples* (Paris, 1889).
145. COZE et FELTZ. — *Recherches cliniques et expérimentales sur les maladies infectieuses* (Strasbourg, 1872).
146. CSOKOR. — *Vergleichend pathologisch-anatom. Studien über den Rotz und die Tuberkulose des Pferdes* (Rev. f. Thierheilk, 1885 et 1886).
147. CUBONI. — *Bacterium maydis* (Atti R. Accad. Lincei. II, 1886).
148. CUBONI et MARCHIAFAVA. — *Nuovi stud. sulla natura della malaria* (Roma, 1881).
149. CUNNINGHAM. — *Relations of cholera to Schizomycete Organisms* (Scient. mem. by med. off. of the Army of India, Calcutta, 1886).
150. DALLINGER. — *The microscopical organisms and their relations to disease* (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. London, 1885).

151. DALLINGER et DRYSDALE. — *On the existence of flagella in Bacterium termo* (The monthly microscop. Jnal. 1878).
152. DAMASCHINO et CLADO. — *Microbes en bâtonnets de la diarrhée infantile* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
153. DAVAINÉ. — *Traité des entozoaires* (Paris, 1859). — *Recherches sur les vibrioniens* (C. R. Acad. Sc. Paris, 1864).
154. DAVAINÉ. — *Bactéries* (Dict. encyclop. d. Sc. méd., 1868).
155. Id. — *Recherches sur les infusoires du sang dans la maladie connue sous le nom de sang de rate* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, LVII, 1863). — *Recherches sur la nature et la constitution anatomique de la pustule maligne* (Id. LX, 1865). — *Sur la présence constante des Bactéridies dans les animaux infectés de la maladie charbonneuse* (Id. LXI, 1865). — *Note en réponse à une communication de MM. LEPLAT et JAILLARD sur la maladie charbonneuse* (Id.). — *Action de la chaleur sur le virus charbonneux* (Id. LXVIII, 1873). — *Observations relatives aux expériences de M. BERT, sur la maladie charbonneuse* (Rec. de méd. vétér., 1877).
156. DAVAINÉ et RAIMBERT. — *Sur la présence des bactéridies dans la pustule maligne chez l'homme* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIX, 1864).
157. DÉJÉRINE. — *Bacilles de KOCH dans la tuberculose calcifiée* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
158. DENEKE. — *Ueber eine neue den Choleraspirillen ähnliche Spaltpilz* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
159. DENUCÉ. — *Etude sur la pathogénie et l'anatomie pathologique de l'érysipèle* (Paris, 1886).
160. DETMERS. — *Remarks on a pathogenic Schizophyte. Micrococci of swine plague or hog-cholera* (Ann. and Magaz. of Nat. Hist. 5 th. Ser. VII, 1881).
161. DITTRICH. — *Ueber das Rhinosclerom* (Zeitschr. f. Heilkunde, VIII, 1887).
162. DOLÉRIS. — *La fièvre puerpérale et les organismes inférieurs* (Paris, 1880).
163. DOR. — *Pseudo-tuberculose bacillaire* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVI, 1888).



164. DOUTRELEPONT. — *Tuberkelbacillen im Lupus* (Monatschr. f. prakt. Dermat. II, 1883). — *Die Aetiologie der Lupus vulgaris* (Vierteljahr. f. Dermatol. u. Syphilis, 1884 et Deutsche Med. Wochenschr., 1887).
165. Id. — *Ueber Bacillen bei Syphilis* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
166. DOYEN. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur le choléra épidémique* (Arch. d. physiol. normal. et pathol. 3<sup>e</sup> Sér. VI, 1885). — *Le bacille virgule du choléra asiatique* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1885).
167. DOWDESWELL. — *Sur une nouvelle espèce de microbe chromogène, le Bacterium rosaceum metalloides* (Annal. d. Micrographie, 1888-89).
168. DUBOIS. (R.). — *Mémoire sur la phosphorescence* (C. R. Soc. zool. d. France, 1887).
- 168 bis. Id. — *Sur la production de la lumière chez le Pholas dactylus* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVII, 1888). — *Sur le rôle de la symbiose chez certains animaux marins lumineux* (Id. et C. R. Soc. Biol., Paris, 1889).
169. DUCLAUX. — *Mémoire sur le lait*. (Annal. d. Inst. agron., 1882). — *Le Lait. Études chimiques et microbiologiques* (Paris, 1887).
170. Id. — *Chimie biologique* (Encyclopédie chimique de FRÉMY, IX, 1883).
171. Id. — *Étude d'un microbe rencontré sur un malade atteint du clou de Biskra* (Bull. Acad. d. Méd., Paris, 1884 et Arch. de physiol. norm. et pathol., 1884).
172. Id. — *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes* (C. R. Acad. Sc., Paris, C, 1885).
173. Id. — (Ann. Inst. PASTEUR, 1887, p. 412).
174. Id. — *Ferments et maladies* (Paris, 1882). — *Le microbe et la maladie* (Paris, 1886).
- 174 bis. DUCLAUX et BOUCHERON. — *Sur les microcoques recueillis dans les scrofulides bénignes, impétigo, acné pilaris des paupières et des narines* (C. R. Ass. franç. Avanc. d. Sciences, Nancy, 1886).
175. DUJARDIN. — *Histoire naturelle des zoophytes. Infusoires* (Paris, 1841).

176. DURAND-FARDEL. — *Les bacilles dans la tuberculose miliaire* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3<sup>e</sup> Sér. VII, 1886).
177. EBERTH. — *Einige Beobachtungen von pflanzlichen Parasiten bei Theiren* (VIRCHOW's Arch., XIII, 1858).
- 177 bis. Id. — *Der diphteritische Process* Med. Centralbl., XI, 1873).
178. Id. — *Untersuchungen über Bacterien* (VIRCHOW's Arch. LXII, 1870). — *Zur Kenntniss d. bacteritischen Mykosen* (Leipzig, 1872). — *Zur Kenntniss der Mykosen bei Theiren* (VIRCHOW's Arch. LXXX, 1880).
179. Id. — *Die Organismen in d. Organen bei Typhus abdominalis* (Id. LXXXI, 1880).
180. Id. — *Neue Untersuchungen über d. Bacillus d. Abdominaltyphus* (Id. LXXXIII, 1881).
181. Id. — *Zwei Mykosen des Meerschweinchens* (Id. C, 1885). — *Pseudo-Tuberculose des Kaninchens* (Fortschr. d. Med., 1885).
182. EBERTH et SCHIMMELBUSCH. — *Der Bacillus der Frettschen-suche* (Fortschr. d. Med. 1888).
183. EHLERS. — *Untersuchungen über den Rauschbrandpilz* (Rostock, 1884).
184. EHRENBERG. — *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen* (Berlin, 1838).
185. EHRLICH. — *Ueber Erysipelas* (LANGENBECK's Arch., XX).
186. Id. — *Technik der Bacterien-Untersuchung* (Zeitschr. f. klin. Med., I et II, 1882 et Charité-Ann. 1886).
187. EISELSBERG (VON). — *Nachweis von Erysipelkokken in der Luft chirurgischer Krankenzimmer* (LANGENBECK's Arch. XXXV, 1887).
188. EISENBERG. — *Bemerkungen über Kartoffeldauerkulturen nach der Methode des Prof. SOYKA* (Centralbl. f. Bact. u. Parasit. III, 1888).
- 188 bis. Id. — *Zur Actiologie der Puerperalfiebers* (Id. III, 1888).
189. EMMERICH. — *Ueber die Ursachen der Diphterie des Menschen und der Tauben* (Deutsche Med. Wochenschr. 1884).

190. EMMERICH. — *Pneumonicocccen in der Zwischen-Dec-  
kenfüllung als Ursache einer Pneumonieepidemie*  
(Fortschr. d. Med., 1884).
191. Id. — *Ueber die Cholera in Neapel und die in Cho-  
leraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze*  
(Arch. f. Hygiene, 1885).
192. ENGEL. — *Ueber die der OBERMEIER 'schen Recurrensspi-  
rillen* (Berlin. klin. Wochenschr. 1873).
193. ENGELMANN. — *Bacterium photometricum. Ein Beitrag  
zur vergleichende Physiologie des Licht-und Farben-  
sinns* (Untersuch. a. d. phys. Labor. zu Utrecht, 1882).
194. Id. — *Die Purpurbakterien und ihre Bezie-  
hungen zum Licht* (Bot. Zeitung, XLVI, 1888).
195. ENGLER. — *Ueber die Pilz-Vegetation des weissen oder  
todten Grundes in der Kieler Bucht* (Ber. d. Commiss.  
z. Erforsch. deutsch. Meere, in Kiel, 1883).
196. ERIKSSON. — *Studier öfver leguminosernas rotknölar*  
(Akad. Atkandl. Lund. 1874).
197. ERMENGEM (VAN). — *Recherches sur un micro-organisme  
découvert par MM. FINCKLER et PRIOR dans le choléra  
sporadique* (Jnal. de Micrographie, 1884). — *Recherches  
sur le microbe du choléra asiatique* (Paris-Bruxelles, 1885).
198. ERNST (H.). — *An experimental research upon rabies*  
(Amer. Jnal. of the Med. Sc., 1887).
199. ERNST (P.) — *Ueber Kern-und Sporenbildung in Bac-  
terien* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
200. ERRERA. — *Sur l'emploi de l'encre de Chine en Micros-  
copie* (Bull. Soc. Belge d. Microscop., 1884).
201. ESCHERICH. — *Beiträge zur Kenntniss der Darmbakterien*  
(Münch. med. Wochenschr., 1886). — *Die Darmbacte-  
rien des Säuglings und ihre Beziehungen zur Physiologie  
der Verdauung* (Stuttgart, 1886).
202. Id. — *Die im Blute und den Organen Scharlach-  
kranker gefundenen Mikroorganismen* (Centralbl. f.  
Bakt. u. Parasit. I, 1887).
203. ESMARCH. — *Ueber eine Modification des KOCH 'schen  
Plattenverfahrens z. Isolirung und z. quantitat. Nach-  
weis von Mikroorganismen.* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).

204. ÉTARD et OLIVIER. — *De la réduction des sulfates par les êtres vivants* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCI, 1882).
205. EWART. — *On the Life-History of Bacillus anthracis* (Quart. Jnal. of. microscop. Sc. 1878).
206. FALKENHEIM. — *Ueber Sarcine* (Arch. f. experim. Path. u. Pharmac. XIX, 1885).
207. FEHLEISEN. — *Untersuchungen über den Erysipel* (Würzb. phys. med. Ges., 1881). — *Ueber die Züchtung der Erysipelcoccen auf künstlichen Nährboden und ihre Uebertragbarkeit auf Menschen* (Id. 1882). — *Die Aetiology des Erysipels* (Berlin, 1883).
208. FELTZ. — *Sur le rôle des vers de terre dans la propagation du charbon et sur l'atténuation du virus charbonneux* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882). — *De la durée de l'immunité vaccinale anticharbonneuse chez le lapin* (Id. XCV, 1882 et XC, 1884). — *Expériences démontrant que, dans certaines conditions, le virus charbonneux s'atténue dans la terre* (Id. CII, 1886).
209. FERNBACH. — *De l'absence des microbes dans les tissus végétaux* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
210. FERRAN. — *Ueber die Morphologie des Kommabacillus* (Zeitschr. f. klin. Med. IX, 1885). — *Sur l'action pathogène et prophylactique du bacille-virgule* (C. R. Acad. Sc. Paris, C et CI, 1885).
211. Id. — (Gaceta med. Catal. XI, 1888).
212. FERRÉ. — *Contribution à l'étude sémiologique et pathogénique de la rage* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
213. FINKLER et PRIOR. — *Ueber den Bacillus der Cholera nostras und seine Cultur* (57 Versamml. Naturfors. Magdeburg. 1884). — *Forschungen über Cholerabacterien* (Ergänzungshefte z. Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege, I, 1885).
214. FISCHER (B.). — *Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1887). — *Ueber eine neuen lichtentwickelnden Bacillus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).



215. FISCHER (H.). — *Ueber das Vorkommen von Sarcine in Mund und Lungen* (Deutsch. Arch. f. klin. Med. XXXVI, 1885).
216. FITZ. — *Ueber Schizomyceten-Gährungen* (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1876-1884).
217. FLOTOW (VON). — (Nova Acta Acad. CÆSAR. LEOPOLD. CAROLIN. natur. curios. XX.)
218. FLÜGGE. — *Les Microorganismes...* (2<sup>e</sup> édit. Trad. par HENRIJEAN, Bruxelles, 1887).
219. FOÀ et BORDONI-UFFREDUZZI. — *Sulla meningite cerebro-spinale epidemica* (Giorn. d. R. Accad. d. Med. 1886, et Arch. per le Sci. med. 1888).
220. FOKKER. — *Die Identität von Bacillus Anthracis und Bacillus subtilis* (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880). — *Zur Bacteriensfrage* (VIRCHOW'S Arch. LXXXVIII, 1882).
221. FOL (H.). — *Sur un microbe dont la présence paraît liée à la virulence rabique* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885).
222. FRANCKE. — *Ueber Aetiologie und Diagnose von Sarkom und Carcinom* (Münch. med. Wochenschr., 1888).
223. FRANK (A.). — *Zur Aetiologie des Abdominal-Typhus* (Bayr. ärzt. Intellig. Bl., 1881).
224. FRANK (B.). — (Bot. Zeitung, 1879).
225. Id. — *Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens* (59 Versamml. deutsch. Naturfors. u. Aerzte, 1886).
226. FRANK (G.). — *Ueber Cholera nostras* (Zeitschr. f. Hygiene. IV, 1888).
- 226 bis. Id. — *Ueber Milzbrand* (Zeitschr. f. Hygiene. I. 1886). — *Ueber den Untergang der Milzbrandbacillen im Thierkörper* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
227. FRÄNKEL (A.). — *Die genuine Pneumonie* (Congress d. med. int. Berlin, 1884). — *Bacteriologische Mittheilungen* (Deutsche med. Wochenschr., 1885). — *Weitere Beiträge zur Lehre von den Micrococcen der genuinen fibrinösen Pneumonie* (Zeitschr. f. klin. Med. X et XI, 1885).



- 227 bis. FRÄNKEL (A.). — *Ueber einen Bacterienbefund bei Meningitis cerebro-spinalis nebst Bemerkungen über die Pneumoniemicrococcen.* (Deutsche med. Wochenschr. 1886).
228. FRÄNKEL (E.) et SIMMONDS. — *Die ätiologische Bedeutung des Typhus-Bacillus* (Hamburg et Leipzig, 1886, et Zeitschr. f. Hygiene. II, 1887).
229. FRANKLAND (C. et F.). — *Mew typical organisms of water and earth.* (Proc. Roy. Soc. London XLIII, 1888).
230. FREIRE (D.). — *Recherches sur la cause, la nature et le traitement de la fièvre jaune* (Rio-de-Janeiro, 1880).
- 230 bis. Id. — *Premières recherches expérimentales sur la nature du cancer* (Rio de-Janeiro, 1887).
231. FREIRE, GIBIER et REBOURGEON. — *De la doctrine microbienne de la fièvre jaune et ses inoculations préventives.* (Rio-de Janeiro, 1885, et C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884, et CIV, 1887).
232. FRIEDLÄNDER. — *Ueber die Schizomyceten bei der acuten fibrinösen Pneumonie* (VIRCHOW's Arch. LXXXVII, 1882). — *Die Micrococcen der Pneumonie* (Fortschr. der Med. 1883 et Berlin. klin. Wochenschr. 1883). — *Weitere Bemerkungen über Pneumonie-Micrococcen* (Fortschr. d. Med. 1884). — *Über Pneumonie-Micrococcen* (Id., 1885).
233. FRIEDREICH. — *Beiträge zur Kenntniss der Sputa* (VIRCHOW's Arch. XXX, 1864).
234. FRISCH. — *Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetationen in d. lebenden Hornhaut* (Akad. d. Wiss. III, 1876). — *Ueber das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen niedere Temperatur* (STRICKER's med. Jahrb. 1879).
- 234 bis. Id. — *Die Behandlung der Wuthkrankheit* (Wien. 1887).
235. GAFFKY. — *Zur Aetiologie des Abdominal-Typhus* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheit. II, 1884).
- 235 bis. Id. — *Ein Beitrag zum Verhalten der Tuberkelbacillen im Sputum* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheit. II, 1884).

236. GALIPPE. — *Micro-organismes dans les tissus végétaux* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887).
237. GALTIER. — *Les injections de virus rabique dans le torrent circulatoire ne provoquent pas l'éclosion de la rage et semblent conférer l'immunité. La rage peut être transmise par l'injection de la matière rabique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIII, 1881). — *La rage envisagée chez les animaux et chez l'homme, au point de vue de ses caractères et de sa prophylaxie* (Lyon, 1887). — *Persistance de la virulence rabique dans les cadavres enfouis* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVII, 1888).
238. GAMALEÏA. — *Sur la vaccination préventive du choléra asiatique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. XX, 1888).
239. Id. — *Discussion au sujet de quelques travaux relatifs à la vaccination antirabique des animaux* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Sur les lésions rabiques* (Id. 1887). — *Sur les vaccinations préventives de la rage* (Id. 1887).
240. Id. — *Zur Aetiologie der Huhnercholera* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
241. Id. — *Sur l'étiologie de la pneumonie fibrineuse chez l'homme* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
- 241 bis. Id. — *Vibrio Metschnikovi et ses rapports avec le choléra asiatique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Vibrio Metschnikovi ; son mode naturel d'infection* (Id. 1888).
242. GARRÉ. — *Ueber Vaccine und Variola* (Deutsche med. Wochenschr. 1887).
243. GAUTIER. — *Sur les alcaloïdes dérivés de la destruction bactérienne ou physiologique des tissus animaux* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. XV, 1886).
244. GAYON et DUPETIT. — *Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniments petits* (Nancy, 1886).
245. GEDDES et EWART. — *On the Life-History of Spirillum* (Proc. Roy. Soc. London, XXVII, 1878).
246. GESSARD. — *De la pyocyanine et de son microbe* (Paris, 1882).
- 246 bis. Id. — Cité par DUCLAUX (171).

247. GIARD. — *Étude sur une bactérie chromogène des eaux de rouissage du lin* (Rev. d. Sc. nat. V, 1877).
248. Id. — *Sur le Crenothrix Kühniana, cause de l'infection des eaux de Lille* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCV, 1882).
249. Id. — *Les habitants d'une plage sablonneuse* (Bull. Scient. du Départ. du Nord, XVII, 1886).
250. Id. — *Sur le Phragmidiothrix incrustans* (Bull. Scient. d. la France et d. la Belgique, XX, 1889).
251. Id. — *Sur la maladie infectieuse des Talitres phosphorescents* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
252. GIARD et BILLET. — *Observations sur la maladie phosphorescente des Talitres et autres crustacés* (C. R. Soc. Biol., 1889).
253. GIBIER. — *De l'aptitude communiquée aux animaux à sang froid, à contracter le charbon par l'élévation de leur température* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCIV, 1882).
254. Id. — *Recherches sur la rage* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCVIII, 1884).
255. Id. — *Etude sur l'étiologie de la fièvre jaune* (C. R. Acad. Sc. Paris. CVII, 1888).
256. GIBIER et ERMENGEM (VAN). — *Recherches expérimentales sur le choléra* (C. R. Acad. Sc. Paris. CI. 1885).
257. GIOVANNINI. — *Die Mikroparasiten des männlichen Harnröhrentrippers* (Centralbl. f. med. Wissensch. 1886).
258. GLOBIG. — *Ueber Bacterien-Wachsthum bei 50 bis 70°*. (Zeitschr. f. Hygiene. III, 1887).
259. GOODSIR. — *History of a case in which a fluid periodically ejected from the stomach contained vegetable organismus of an undescribed form* (Edinburgh med. and surg. Jnal. LVII, 1842).
260. GROTEFELT (GOSTA-). — *Studien über die Zersetzungen der Milch. I. Ueber rothe Milch* (Fortschr. d. Med. 1889).
261. GOTTSTEIN. — *Bemerkungen über das Färbungsverhalten der Tuberkelbacillen* (Deutsche med. Wochenschr. 1886, et Fortschr. d. Med. 1886).



262. GRAM. — *Ueber die isolirte Färbung der Schizomyceten in Schnitt-und Trochen-präparaten* (Fortschr. d. Med. II, 1884).
263. GRANCHER et LEDOUX-LEBARD. — *Tuberculose zoogléique* (Arch. d. méd. expér. Paris, 1889).
264. GREENFIELD. — *On Bacillus anthracis* (Proc. Roy. Soc. London, 1879-80).
265. GRIGORJEW. — (Ruskaja Medizina, 1886).
266. GUIGNARD et CHARRIN. — *Sur les variations morphologiques des microbes* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
267. GUTTMANN. — *Bacteriologische Untersuchung der Inhaltes der Pockenpusteln* (VIRCHOW'S Arch. CVI, 1886). — *Bacteriologische Mittheilungen über Varicellen* (Berl. klin. Wochenschr. 1886). — *Zur Kenntniss der Mikroorganismen im Inhalt der Pockenpusteln* (VIRCHOW'S Arch. CVIII, 1887).
268. GUYARD. — *Sur l'ammoniurie* (Paris, 1883).
269. HABERKORN. — *Morphologie und genetische Relationfung von Pathogenen Bacterien* (Bot. Centralbl. X, 1882).
270. HAHN. — *Demonstration des Scharlacs aufretenden Schizomyceten* (Berlin. med. Geselsch., 1882.).
271. HALLIER. — *Die Pflanzenlichen Parasiten* (Leipzig, 1866). — *Parasitologische Untersuchungen* (Leipzig, 1868). — *Phytopathologie* (Leipzig, 1868).
272. Id. — *Zeitschrift für Parasitenkunde* (I, 1868).
273. HAMBURG. — *Ueber acute Endocarditis und ihre Beziehung zu Bacterien* (Berlin, 1880).
274. HANSEN (A.). — *Bacillus Lepræ* (VIRCHOW'S Arch. LXXIX et XC).
275. HANSEN (C.). — *Contributions à la connaissance des organismes qui peuvent se trouver dans la bière et le mout de bière, et y vivre* (Meddelser fra Carlsberg-Laborat. Copenhague. Résumé franç. 1879).
276. HANOT. — *Miliaire bactériidienne dans la fièvre typhoïde* (Rev. d. Méd, Paris, 1881).

277. HANOT. — *Contribution à l'étude de la tuberculose cutanée* (Arch. de physiol. norm. et pathol., 3<sup>e</sup> sér. VIII, 1886).
278. HARTDEGEN. — *Zusammenfassender Bericht über den Gonococcus « NEISSER » und seine Beziehungen zur Gonorrhoe* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
279. HARTIG. — *Die pflanzlichen Wurzelparasiten* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).
280. HASSE. — *Beobachtungen über die Sarcina ventriculi* (1847).
281. HAUSER. — *Ueber die Fäulrissbakterien* (Leipzig, 1885).
282. Id. — *Ueber Lungensarcine* (VIRCHOW's Arch. 1887).
283. HEIBERG-HJALMAR. — *Die puerperalen und pyämischen Prozesse* (Leipzig, 1873). — *Om pyæmia og puerperalfieber* (Med. Diss. med. Salzkab. Norsk. Magaz. for Lægevelskt. 1879-80).
284. HEIMER. — *Ueber Pneumonomycosis sarcinica* (Deutsche Arch. f. klin. Med. XIX, 1877).
285. HELLRIEGEL. — *Ueber die Beziehungen der Bakterien zu der Stickstoffernährung der Leguminosen* (Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzuck-Industr. d. deutsch Reichs, 1886 et 1888, en collaboration avec WILFRATH).
286. HELLER. — (GRIESINGER's Arch., 1848 et Arch. f. physiol. u. pathol. Chemie, 1852).
287. HELMAN. — *Action du virus rabique introduit, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit dans les autres tissus* (Annal. Inst. PASTEUR, 1888).
288. HENLE. — *Anatomie générale* (Trad. franç. par JOURDAN, 1843).
289. HÉRICOURT. — *Les Bacilles courbes des eaux* (C. R. Acad. Sc., Paris, C, 1885).
290. HEYDENREICH. — (Wratsch, 1887).
- 290 bis. Id. — (St.-Petersbourg, 1888).
291. HOCHSINGER. — *Zur Aetiologie des menschlichen Wundstarrkrampfes* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).

292. HOFFMANN. — *Mémoire sur les Bactéries* (Trad. ds. Ann. Sc. Nat. Bot., 5<sup>e</sup> sér., XI, 1869).
293. HÖGYES. — *Zur Kenntniss des Wuthgiftes* (Analyse in Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887). — *Le virus rabique des chiens des rues dans ses passages de lapin à lapin* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
294. HOLSCHEWNIKOFF. — *Ueber die Bildung Schwefelwasserstoff durch Bakterien* (Fortschr. d. Med. 1889).
295. HÜPPE. — *Untersuchungen über die Zersetzungen der Milch durch Mikroorganismen* (Mittheil. a. d. Kais. Ges., II, 1884).
296. Id. — *Ueber die Dauerformen der sogenannten Kommabacillen* (Fortschr. d. Med., 1885).
- 296 bis. id. — *Ueber Fortschritte in der Kenntniss der Ursachen der Cholera asiatica* (Berlin. klin. Wochenschr., 1887).
297. Id. — *Die Formen der Bakterien und ihre Beziehungen zu Gattungen und Arten* (Wiesbaden, 1886).
298. ISRAEL. — *Ueber die Bacillen der Rotzkrankheit* (Sitzung. d. Ges. d. Charité-Aerzte, 1883).
299. ITZIGSOHN. — (Sitzungsber. d. natuvfors. Freunde zu Berlin, 1867).
300. JACKSCH (VON). — *Studien über d. Harnstoffpfliz* (Zeitschr. f. phys. Chemie, V. 1881).
301. JAMIESON et EDINGTON. — *Observations on a methode of prophylaxis, and an investigation into the nature of the contagium of Scarlet fever* (Brit. Med. Jnal. 1887).
302. JOLY (A). — *De la présence des bacilles dans les crachats et de leur valeur séméiologique* (Rapp. de M. VILLEMEN sur le concours du Prix de l'Académie. — Bull. Acad. Méd. Paris, 1884).
303. JOLY et MUSSET. — *Communications sur l'hétérogénie* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIII, LV, LVII, LVIII, 1862, 1863, 1864).
304. JOHNE. — *Zur Aetiologie des Hühnertuberculose* (Deutsche

- Zeitschr. f. Thiermed. u. vergl. Path., X). — *Primäre Tuberculose des Darmes und der Leber bei Hühnern* (Ber. ü. d. Veterin. im Königr. Sachsen, 1883).
305. KARLIŃSKI. — *Zur Kenntniss der Verbreitungswege des Milzbrandes* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit., V, 1889).
305. bis Id. — *Ein neuer pathogener Spaltpilz, Bacillus murisepticus pleomorphus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
306. KATZ. — *Marine phosphorescens Bacteria* (Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, Sydney, 1887).
307. Id. — *A new method of cultur on potatoes* (Id. 1887).
308. KERN. — *Ueber ein neues Milchferment aus dem Kaukasus* (Bull. Soc. Imp. des Natural. de Moscou, 1881). — *Dispora caucasica, eine neue Bacterienform* (Biol. Centralbl. II).
309. KITASATO. — *Ueber die Reincultur eines Spirillum aus faulem Blute, Spirillum concentricum* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit, III, 1888).
- 309 bis. Id. — *Ueber den Rauchbrandbacillus und sein Kulturverfahren* (Zeitschr. Hygiene VI, 1889).
310. KITT. — *Versuche über die Züchtung des Rotzpilze* (Jahresb. d. München Thierarz 1883-1885).
311. Id. — *Untersuchungen über den Stäbchenrothlauf der Schweine und dessen Schutzimpfung* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
312. Id. — *Der Rauschbrand* (Id. I, III, et VI, 1887, 1888, 1889).
313. KLEBS. — *Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Schistomyceten* (Arch. f. exper. Pathol., u. Pharmac. III, IV, V, 1875-1876).
314. Id. — *Microsporon diphtericum* (Id. IV, 1875).
315. Id. — *Die Monadinen* (Id. VI, 1875).
316. Id. — *Der Micrococcus der Variola und Vaccine* (Id., X, 1879).
317. Id. — *Das Contagium der Syphilis*. (Id., X, 1879).



318. KLEBS. — *Der Ileotyphus, eine Schizomycose* (Id., XII, 1880 et XIII, 1881).
319. Id. — *Tuberculose* (Prager med., Wochenschr., 1877).
320. Id. — *Mittheilungen zur Aetiologie der Cholera* (Correspond. Bl. f. schweiz. Aerzte, 1885). — *Die Biologie der Choleravibrionen* (Allg. Wien. med. Zeitung, 1887).
321. Id. — *Die Allgemeine Pathologie oder die Lehre von den Ursachen und dem Wesen der Krankheitsprocesse* (Jena, 1887).
322. KLEBS et TOMMASI-CRUDELI. — *Einige Sätze über die Ursachen der Wechselfieber und die Natur der Malaria* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm., XI et XII, 1879).
323. KLEIN (E.). — *Experimental contribution to the etiology of infectious diseases with special reference to the doctrine of Contagium vivum* (Proc. Roy. Soc. London, XXVII, 1878).
324. Id. — *On the relation of pathogenic to septic bacteria, as illustrated by Anthrax cultivations* (Rep. med. Off. Loc. Gov., London, 1882).
325. Id. — (Quart. Journ. of Microscop. Sc. XC, 1883).
326. Id. — *On cholera Bacilli* (Jnal. of Science, VI, 1884, et Proc. Roy. Soc. London, XXXVIII, 1885).
- 326<sup>bis</sup>. Id. — *Microbes et maladies* (2<sup>e</sup> édit. Trad. par FABRE-DOMERGUE. Paris, 1885).
327. Id. — *The etiology of scarlet fever* (Proc. Roy. Soc. London, XLII, 1887).
- 327<sup>bis</sup>. Id. — *On infectious Pneumoenteritis of the pig* (Rep. of the Med. Off. of the Privy Council, 1877-78). — *Bemerkungen über die Aetiologie der Schweineseuche* (Fortshr. d. Med. VI, 1888).
328. Id. — *Ueber eine akute infectiöse Krankheit des schottischen Moorhuhnes, Lagopus scoticus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit VI, 1889).
329. Id. — *Ein Beitrag zur Aetiologie der croupösen Pneumonie* (Id. V, 1889).

330. KLEIN (L.). — *Botanische Bakterienstudien*. I. (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
331. KOCH (A.) — *Ueber Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger endosporener Bakterienformen* (Bot. Zeitung, 1888).
332. KOCH (R.). — *Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis* (Beiträge z. Biol. d. Pflanzen, II, 2<sup>e</sup> part., 1877). — *Zur Aetiologie des Milzbrandes* (Mittheil. des Kais. Gesundheitsamtes, 1881). — *Ueber die Milzbrandimpfung* (Kassel et Berlin, 1882).
333. Id. — *Verfahren zur Untersuchung, zum Conserviren und Photographiren der Bacterien* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, II, 3<sup>e</sup> part., 1877).
334. Id. — *Ueber die Aetiologie des Wundinfectionskrankheiten* (Leipzig, 1878). — *Neue Untersuchungen über Microorganismen bei infectiösen Wundkrankheiten* (Deutsche med. Wochenschr., 1878).
335. Id. — *Zur Untersuchung von pathogenen Organismen* (Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1881).
336. Id. — *Bacillus d. malignen Oedems, Bacillus d. Septicæmie bei Mäusen* (Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1881).
337. Id. — *Die Aetiologie der Tuberkulose* (Berlin. klin. Wochenschr., 1882. — Verhandl. d. Congress. f. inn. Med., Wiesbaden, 1882. — Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, II, 1884).
338. Id. — *Bericht der deutschen Cholera. — Commission in Calcutta* (Berlin. klin. Wochenschr. 1884. — *Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage* (Id. 1884). — *Ueber den Infectionsorganismus der Cholera* (Deutsche Med. Wochenschr. 1884. — Bot. Centralbl., XIX).
339. Id. — *Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten* (Berlin, 1888).
340. KOCH, GAFFKY et LÖFFLER. — *Experimentelle Studien über die künstliche Abschwächung der Milzbrandbacillen*

- und Milzbrandinfection durch Fütterung* (Mittheil. des Kais. Gesundheitsamtes, 1882).
341. KÖNIG. — *Die Tuberculose der Knochen und Gelenke, auf Grund eigener Beobachtungen* (1883).
342. KÖSTER. — *Die embolische Endocarditis* (VIRCHOW's Arch. LXXII, 1878).
343. KOUBASSOFF. — *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus* (C. R. Acad. Sc. Paris, C, 1885).
344. KRANZFELD. — *Zur Kenntniss des Rotzbacillus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
345. KRAUSE. — *Ueber einen bei der acuten infectiösen Osteomyelitis des Menschen vorkommenden Mikroccoccus* (Forstchr. d. Med. II, 1884).
346. KREIS. — *Beiträge zur Kenntniss der Gonococcen* (Wien. med. Wochenschr. 1885).
347. KÜNSTLER. — *Contribution à la technique des Bactériacées* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
348. KURTH. — *Bacterium Zoppi* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1883).
349. KÜTZING. — *Phycologia generalis* (Leipzig, 1843).
- 349<sup>bis</sup>. Id. — *Tabulae Phycologicæ* (Nordhausen, 1845-1869).
350. LACERDA (DE). — *Sur les formes bactériennes que l'on rencontre dans les tissus des individus morts de la fièvre jaune* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
351. LANDOUZY et MARTIN. — *Sur quelques faits expérimentaux relatifs à l'histoire de l'hérédotuberculose*. (Paris, Mémoires publiés sous la direction de M. le Prof. VERNEUIL, 1887).
352. LANGERHANS. — *Ueber die Verbreitung der Tuberkelbacillen in Körper* (VIRCHOW's Arch. CXII, 1888).
353. LANKESTER (RAY-). — *On a peach coloured Bacterium* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873).
- 353<sup>bis</sup>. Id. — *Further observations on a peach-red coloured Bacterium* (Id. XVI, 1876).
354. Id. — *On Comma-bacilli* (Pall-Mall Gaz. 1884, et Nature, XXXI, 1885).

- 354 bis. LANKESTER (RAY). — *The pleomorphism of Bacteria* (The Lancet, 1886).
355. LEBER. — *Entstehung der Zahncaries* (Sitzungsber. d. Berlin. med. Ges. 1867).
356. LEGRAIN — *Recherches sur les rapports qu'affecte le Gonococcus avec les éléments du pus blennorrhagique* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. Paris, 1887). — *Les microbes des écoulements de l'urètre* (Nancy, 1889).
357. Id. — *Sur une septicémie gangréneuse des grenouilles* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
358. LEHMANN. — *Studien über Bacterium phosphorescens FISCHER* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
359. LEISTIKOW. — *Ueber Bakterien bei den venerischen Krankheiten* (Charité Ann. VII, 1882).
360. LELOIR. — *Études comparées sur la lèpre* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885). — *Traité pratique et théorique de la lèpre* (Paris, 1886).
361. LEPLAT et JAILLARD. — *Sur la non-existence des Bactéridies chez les lapins morts à la suite de l'inoculation du charbon, avec les phénomènes du sang de rate* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXI, 1865).
362. LESAGE. — *De la dyspepsie et de la diarrhée verte des enfants du premier âge* (Rev. d. Méd. Paris, 1887 et 1888). — *Du Bacille de la diarrhée verte des enfants du premier âge* (Arch. d. phys. norm. et pathol. Paris, 1888).
363. LETZERICH. — *Zur Kenntniss der Diphteritis* (VIRCHOW'S Arch. XLVII, LII, LV, 1869, 1871, 1872). — *Experimentelle Untersuchungen über die morphologischen Unterschiede einiger pathogenen Schistomyceten* (Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmac. XII, 1880). — *Mikrochemische Reactionen des Diphteriepilzes* (Berlin. klin. Wochenschr. 1874).
364. Id. — *Studien über Typhus abdominalis* (VIRCHOW'S Arch. LXVIII, 1876). — *Experimentelle Untersuchungen über Typhus abdominalis* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. IX, 1878).



365. LEUBE. — *Ueber ammoniakalische Harnsäuregährung* (VIRCHOW's Arch. C, 1885).
366. LEEUWENHOEK. — *Opera omnia, sive arcana naturae detecta* (Leyde, 1722).
367. LEWIS. — *On the microscopic organisms found in the blood of man and animals* (Calcutta, 1879).
368. Id. — *Memorandum on the « Comma-shaped Bacillus »* (The Lancet, 1884).
369. LEYDEN. — *Die Mikrokokken der Cerebrospinal-Meningitis* (Centralbl. f. klin. Med. 1883).
370. LIBORIUS. — *Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).
371. LINDNER. — *Die Sarcina-Organismen der Gährungs-Gewebe* (Berlin, 1888).
372. LISTER. — (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873).
373. Id. — *A further contribution to the natural history of Bacteria and the germ theory of fermentatives changes* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873 et Edinburgh. 1875). — *On the relation of micro-organisms to disease* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XCI, 1881).
374. LÖFFLER. — *Die Immunitätsfrage* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1881). — *Vorlesungen über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von den Bakterien* (Leipzig, 1887).
375. Id. — *Untersuchungen über die Bedeutung der Microorganismen für die Entstehung der Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalbe* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, II, 1884). — *Weitere Untersuchungen über die Diphtherie-Bacillen* (Berlin. milit. Ges. 1887).
376. Id. — *Experimentelle Untersuchungen über Schweine-Rothlauf* (Arbeit. aus d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1885).
377. Id. — *Die Aetiologie der Rotzkrankheit* (id. I, 1886).
378. Id. — *Eine neue Methode zum Färben der Mikro-*

- organismen, in besonderen ihrer Wimperhaare und Geisseln.* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
379. LÖFFLER et SCHÜTZ. — *Ueber den Bacillus des Rotzkrankheil.* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1882).
380. LOSTORFER. — *Ueber das Vorkommen von Pilzen im Blut gesunder Menschen* (Med. Jahrb. 1871).
381. LUBARSCH. — *Ueber Abschwächung der Milzbrandbacillen im Froschkörper* (Fortschr. d. Med. 1888).
382. LUDWIG. — *Beitrag zur Frage der Entstehung und Verbreitung des Abdominaltyphus* (Wurtemberg. med. Correspond. Bl. 1882).
383. Id. — *Einiges über Rotzpilze* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
384. LUERSEN. — (Trad. in Rev. Internat. Sci. Paris, 1880).
385. LUGINBÜHL. — *Der Micrococcus der Variola. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Variolapustel* (Verhandl. d. phys. med. Ges. Würzburg, IV, 1872).
386. LUKOMSKY. — *Untersuchungen über Erysipel* (VIRCHOW'S Arch. LX).
387. LUNDSTRÖM. — *Studier öfver Gonococcus « NEISSER »* (Helsingfors, 1885).
388. LUSTGARTEN. — *Ueber specifische Bacillen in syphilitischen Krankheitsproducten* (Wien. med. Wochenschr. 1884). — *Die Syphilisbacillen* (Wien, 1885).
389. LUSTIG. — *Bacteriologische Studien über Cholera asiatica* (Zeitschr. f. Hygiene. III, 1887).
390. LUTZ. — *Zur Morphologie des Mikroorganismus der Lepra* (Dermatol. Stud. herausg. v. UNNA, Hamburg, I, 1886).
391. LYDTIN et SCHOTTELIUS. — *Der Rothlauf der Schweine* (Wiesbaden, 1885).
392. MACÉ. — *Sur les caractères des cultures du Cladothrix dichotoma* (C. R. Acad. Sc. Paris, V, 1888).
393. Id. — *Traité pratique de bactériologie* (Paris, 1889).
394. MADDOX. — *On some microorganisms from rain, water,*

*ice and hail* (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. 2<sup>e</sup> Sér., II, 1882).

395. MALASSEZ. — Cité par STRAUS et ROUX (582)
396. MALASSEZ et VIGNAL. — *Tuberculose zooglœique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVII, 1883 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1883). — *Sur le micro-organisme de la tuberculose zooglœique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884 et Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3<sup>e</sup> Sér. II et IV, 1883 et 1884).
397. MALERBA et SANNA-SALARIS. — (Arch. Ital. Biol. X, 1889).
398. MARGANO. — *Fermentation de la fécule. Présence d'un vibrion dans la graine de maïs qui germe et dans la tige de cette plante* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
399. MARCHAND. — *Botanique cryptogamique* (Paris, 1883).
400. MAROTTA. — *Ricerche sul microparassitica del vajuolo* (Riv. clin. e. terap., VIII, 1886).
401. MARTINEAU et HAMONIC. — *De la bactéridie syphilitique, de l'évolution syphilitique chez le porc* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
402. MATTEI (DI). — *Sulla trasmissione di alcune immunità artificiali dalla madre al feto* (Boll. d. Accad. Med., Roma, 1888).
403. MATTIROLO et BUSCALIONI. — *Si contengono bacteri nei tubercoli radicali delle Leguminose?* (Malpighia, 1887).
404. MAYRHOFER. — *Vibrionen als Krankheitsursache des Puerperalfiebers* (Monatsschr. f. Geburtsk. u. Frauenkrankheit. XXV, 1865).
405. MENDOZA. — *Zur Eigenwegung der Mikrokokken* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
406. METSCHNIKOFF. — *Bericht über die Untersuchungen betreffend das Rinderpestcontagium* (Russ. Med. 1886).
407. Id. — *Sur la lutte des cellules de l'organisme contre l'invasion des microbes* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Recherches sur la digestion intracellulaire* (Id., 1889).
408. Id. — *Ueber den Phagocytenkampf beim Rückfalltyphus* (VIRCHOW'S Arch. CIX, 1887).
409. Id. — *Sur l'atténuation des bactéridies char-*

- bonneuses dans le sang des moutons réfractaires* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Ueber das Verhalten der Milzbrandbakterien im Organismus* (VIRCHOW'S Arch. CXIV, 1888).
410. METSCHNIKOFF. — *Ueber den Kampf der Zellen gegen Erysipelkokken* (VIRCHOW'S Arch. CVII, 1887).
411. Id. — *Pasteuria ramosa; un représentant des Bactéries à division longitudinale* (Annal. Inst. PASTEUR, 1888).
412. Id. — *Ueber die Phagocytaire Rolle der Tuberkelriesenzellen* (VIRCHOW'S Arch., CXIII, 1888).
413. Id. — *Contributions à l'étude du pléomorphisme des Bactériens* (Ann. Inst. PASTEUR, 1889).
414. Id. — *Etude sur l'immunité* (Id. 1889).
415. Id. — *Sur le pléomorphisme des Bactéries* (Id., 1889).
416. MEYER (LOTHAR-). — *Jnal. f. prakt. Chemie*, XCI).
417. MEYER (W.). — *Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus* (Berlin, 1881).
418. MILLER. — *Der Einfluss der Microorganismen auf die Caries der menschlichen Zähne* (Arch. f. exper. Path. u. Pharmac. XVI, 1882). — *Gährungsvorgänge in menschlichen Munde; ihre Beziehung zur Caries der Zähne und zu diversen Krankheiten* (Deutsche Med. Wochenschr., 1884). — *Ueber die Caries der Zähne* (Correspondenzbl. f. Zahnärzte, XIII, 1884). — *Ueber den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der parasitären Krankheiten der Mundhöhle und der Zähne* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
- 418 bis. Id. — *Zur Kenntniss der Bakterien in der Mundhöhle* (Deutsche med., Wochenschr., 1884).
419. Id. — *Ueber einen Zahnpilzpilz, Leptothrix gigantea* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1883).
420. MIQUEL. — *Des organismes vivants de l'atmosphère* (Paris, 1883).
421. Id. — (Bull. Soc. chim. Paris, XXXI, 1879). —



- Analyse micrographique des eaux* (Ann. de Montsouris, 1882).
422. MIQUEL. — *Sur les ferments de l'urée* (Ann. d. Montsouris, 1889).
423. Id. — *Analyse micrographique des eaux* (Ann. d. Montsouris, 1886).
424. Id. — *Analyse id.* (Id., 1888).
425. MOCZUKOWSKY. — *Materialen zur Pathologie und Therapie des Rückfalltyphus* (Deutsch., Arch. f. Klin. Med., XXIV, 1879).
426. MORISON. — *Ueber das Vorkommen von Bakterien bei Syphilis* (Wien. med. Wochenschr., 1883).
427. MOTTE et PROTOPOPOFF. — *Ueber einen Mikroben welcher beim Kaninchen und Hund eine Krankheit, vollkommen ähnlich der paralytischen Rabies hervorbringt* (Wratsch, 1887).
428. MÜLHAÜSER. — *Ueber Spirillen* (VIRCHOW's Arch., XCVII, 1884).
429. MÜLLER (F.). — *Ein Fall von Lepra* (Deutsch., Arch. f. klin. Med., XXXIV).
430. MÜLLER (O. F.). — *Vermium terrestrium et fluviatilium historia* (1774). — *Animalcula infusoria fluviatilia et marina* (1786).
431. MUNTZ. — *De quelques faits d'oxydation et de réduction produits par les organismes microscopiques du sol* (C. R. Acad. Sc., Paris, CI, 1885).
432. NÆGELI (VON). — *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege* (München, 1877).
433. Id. — *Untersuchungen über niedere Pilze* (München, 1882).
434. NAUWERCK. — *Ueber Pneumonomycosis und Pharyngomycosis sarcinica* (Schweiz. ärztl., Corresp. Bl., 1881).
435. NEELSEN. — *Studien über die blaue Milch* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen., III, 2<sup>e</sup> part., 1880).

436. NEISSER. — *Cultur des Leprapilzes* (Breslauer ärztl. Zeitschr., 1879). — *Weitere Beiträge zur Aetiologie der Lepra* (VIRCHOW's, Arch., LXXXIV, 1881. — *Histologische und bacteriologische Lepra-Untersuchungen* (Id., CIII, 1886).
437. Id. — *Ueber den Pilz der Gonorrhoe* (Med. Centralbl. 1879). — *Die Mikrokokken der Gonorrhoe* (Deutsche med. Wochenschr., 1882).
438. Id. — *Versuche über die Sporenbildung bei Xerosebacillen, Streptokokken und Choleraspirillen* (Zeitschr. f. Hygiene, IV, 1888).
439. NEPVEU. — *Sur la présence de Bactéries dans le sang des érysipélateux* (C. R. Soc. Biol., Paris, 1870).
440. NETTER. — *De l'endocardite végétante-ulcéreuse d'origine pneumonique* (Arch. de physiol. norm. et pathol., 3<sup>e</sup> sér. VIII, 1886).
441. Id. — *De la méningite due au pneumocoque avec ou sans pneumonie* (Arch. génér. d. Méd., Paris, 1887).
442. Id. — *Du Streptococcus pyogenes dans la salive des sujets sains* (C. R. Soc. Biol., Paris, 1888).
443. NEUHAUSS. — *Nachweis der Typhusbacillen am Lebenden* (Berlin. klin. Wochenschr., 1886).
444. NICAISE, POULET et VAILLARD. — *Nature tuberculeuse des hygromas et des synovites tendineuses à grains riziformes* (Rev., de Chir. 1885).
445. NICATI. — *Sur diverses épizooties de diphtérie des oiseaux de basse-cour observées à Marseille, et sur les relations possibles de cette maladie avec la diphtérie de l'espèce humaine* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVIII, 1879).
- 445 bis. NICATI et RIETSCH. — *La vitalité du microbe du choléra* (Rev. Scient., Paris, 1884). — *Odeur et effets toxiques des produits de la fermentation produite par les bacilles en virgule* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCIX. 1884).
446. Id. — *Recherches sur le choléra* (Arch. d. physiol. norm. et pathol., 3<sup>e</sup> sér. VI, 1885).
447. NICOLAÏER. — *Beiträge zur Aetiologie des Wundstarr-*

- krampf* (Göttingen, 1885). — *Ueber infectiösen Tetanus* (Deutsche med.. Wochenschr. 1884).
448. NOCARD. — *Études sur l'inoculation du suc musculaire et du lait non bouilli des vaches tuberculeuses* (Rec. méd. vétér., Paris, 1885).
449. Id. — *Tuberculose zooglèique* (Rec. méd. vétér., Paris, 1885).
450. Id. — *Sur la mammite gangréneuse des brebis laitières* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
451. Id. — *Sur le farcin du bœuf* (Id. 1888).
452. NOCARD et MOLLEREAU. — *Sur une mammite contagieuse des vaches laitières* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
453. NOCARD et ROUX. — *Sur la récupération et l'augmentation de la virulence de la bactérie du charbon symptomatique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
454. Id. — *Sur la culture du bacille de la tuberculose* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
455. Id. — *Expériences sur la vaccination des ruminants contre la rage, par injection intraveineuse de virus rabique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
456. NOCARD. — NOCARD et THOINOT. — *Tuberculose zooglèique* (Bull. Soc. centr. vétér. 1885 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
457. OBERMEIER. — *Untersuchungen des Recurrensblutes* (Berl. med. Ges. 1873).
458. OERSTED. — (Natur. Tidskrift, III, 1840-41).
459. OERTEL. — *Experimentelle Untersuchungen über Diphtherie* (Deutsch. Arch. f. klin. Med. VIII. 1871). — *Die Pathogenese der epidemischen Diphtherie* (Leipzig, 1887).
460. OGSTON. — *Micrococcus poisoning* (Jnal. of. Anat. and Phys., 1882).
461. OLLIVE. — *Sur la résistance des moutons de la race barbarine à l'inoculation au charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIX, 1879).
462. ORTH. — *Untersuchungen über Puerperalfieber* (VIRCHOW'S Arch. LVIII, 1873).

463. ORTH. — *Untersuchungen über Erysipel* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. I, 1873).
464. Id. — *Ueber die Form der pathogenen Bakterien* (VIRCHOW'S Arch., LIX, 1874). — *Ueber die Schizomyceten und ihre Beziehungen zu Krankheiten* (Arch. f. wiss. u. prakt. Thier. Berlin, III, 1877).
465. OSOL. — *Experimentelle untersuchungen über das Antrax-gift* (Dorpat, 1885).
466. PALTAUF et EISELSBERG (VON). — *Zur Aetiologie des Rhinocleroms* (Fortschr. d. Med. 1886).
467. PAMPOUKIS. — *Les bacilles du rouget* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 3<sup>e</sup> Sér. VII, 1886).
468. PASSET. — *Untersuchungen über die Aetiologie der eitrigen Phlegmone des Menschen* (Berlin, 1885).
469. PASTEUR. — *Mémoire sur la fermentation appelée lactique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XLV, 1857).
- 469 bis. Id. — *Mémoire sur la fermentation alcoolique* (Id. XLV, 1857 et XLVII, 1858).
470. Id. — *Mémoire sur la fermentation de l'acide tartrique* (Id. XLVI, 1858).
471. Id. — *Expériences relatives aux générations dites spontanées* (Id. L. et LI, 1860). — *De l'origine des ferments* (Id. L, 1860). — *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'atmosphère ; examen de la doctrine des générations spontanées* (Id. LII, 1861). — *Discussion relative à la génération spontanée*. (Id. LIII, LVI, LVII, LVIII, 1861, 1863, 1864).
472. Id. — *Animalcules infusoires vivant sans oxygène libre et déterminant des fermentations* (Id. LII, 1861).
473. Id. — *Recherches sur la putréfaction* (Id. LVI, 1863).
474. Id. — *Sur la fermentation ammoniacale de l'urée* (Ann. d. Chim. et Phys. Paris, 3<sup>e</sup> sér. LXIV, 1863).
475. Id. — *Études sur le vin* (Paris 1866), *et sur la bière* (1876).
476. Id. — *Études sur les mycodermes. Rôle de ces plantes dans la fermentation acétique* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIV et LV, 1862).



477. PASTEUR. — *Sur la maladie des vers à soie, désignés vulgairement sous le nom de morts-blancs ou morts-flats* (Id. XCV, 1868). — *Etudes sur la maladie des vers à soie* (Paris, 1870).
478. Id. — *Sur le vibrion septique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1877).
479. Id. — *Étiologie des maladies charbonneuses* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1879). — *Recherches sur l'étiologie et la prophylaxie de la maladie charbonneuse dans le département d'Eure-et-Loir* (Rec. d. méd. vétér. 1879). — *Expériences tendant à démontrer que les poules vaccinées pour le choléra sont réfractaires au charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCI, 1880). — *Sur l'étiologie des affections charbonneuses* (Id. XCI, 1880). — *Nouvelles observations sur l'étiologie et la prophylaxie du charbon* (Id. XCI, 1880). — *Résultats des vaccinations charbonneuses pratiquées pendant les mois de juillet, août et septembre 1881* (Arch., vétér., 1882). — *Une statistique au sujet de la vaccination préventive contre le charbon, portant sur quatre-vingt-cinq mille animaux* (Id. XCV, 1882). — *Réponse au D<sup>r</sup> Koch* (Rev. Scient. XXXI, 1883). — *Sur la vaccination charbonneuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883).
480. Id. — *Sur les maladies virulentes, et en particulier sur la maladie appelée vulgairement choléra des poules* (Id. XC, 1880). — *De l'atténuation du virus du choléra des poules* (Id. XCI, 1880). — *Sur le choléra des poules. Étude des conditions de la non-récidive de la maladie et de quelques autres de ses caractères* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> sér. IX, 1880). — *Relations de la variole et de la vaccine; choléra des poules* (Id. 2<sup>e</sup> sér. IX, 1880).
481. Id. — *De l'extension de la théorie des germes à l'étiologie de quelques maladies communes* (C. R. Acad. Sc. Paris, XC, 1880).
482. Id. — *Méthode pour prévenir la rage après morsure* (Id. CI, 1885). — *Résultats de l'application de la méthode pour prévenir la rage après morsure* (Id. CII, 1886). — *Nouvelle communication sur la rage* (Id. CII, 1886). —

*Lettre sur la rage à M. DUCLAUX* (Ann. Instit. PASTEUR, 1887).

483. PASTEUR et JOUBERT. — *Sur la fermentation de l'urine* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIII et LXXXIV, 1876 et 1877).
484. Id. — *Étude sur la maladie charbonneuse* (Id. LXXXIV, 1877).
485. Id. — *Charbon et septicémie* (Id. LXXXV, 1877).
486. PASTEUR, JOUBERT et CHAMBERLAND. — *Sur le charbon des poules* (Id. LXXXV, 1878).
487. Id. — *La théorie des germes et ses applications à la Médecine et à la Chirurgie* (Id. LXXXVI, 1878).
488. PASTEUR et CHAMBERLAND. — *Sur la non-récidive de l'affection charbonneuse* (Id. XCI. 1880).
489. PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX. — *De la possibilité de rendre les moutons réfractaires au charbon par la méthode des inoculations préventives* (Id. XCII, 1881). — *De l'atténuation des virus et de leur retour à la virulence* (Id. XCII, 1881). — *Le vaccin du charbon* (Id. XCII, 1881). — *Compte-rendu sommaire des expériences faites à Pouilly-le-Fort, près Melun, sur la vaccination charbonneuse* (Id. XCII, 1881). — *Longue durée de vie et conservation des germes charbonneux dans les terres cultivées* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> sér. X, 1881).
490. Id. — *Communication sur la rage* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVIII, 1884).
491. PASTEUR, CHAMBERLAND, ROUX et THUILLIER. — *Sur la rage* (Id. XCII, 1881). — *Nouveaux faits pour servir à la connaissance de la rage* (Id. XCV, 1882).
492. PASTEUR et THUILLIER. — *Sur le rouget, ou mal rouge des porcs* (Id., XCV, 1882). — *La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie* (Id. XCVII. 1883).
493. PERRONCITO. — *Iparassiti dell' uomo e degli animali utili ; delle più comuni malattie da essi prodotte : profilassi e cura relativa* (Napoli, 1882).

494. PERRONCITO. — *Sull'attenuazione del virus carbonchioso* (Atti R. Acc. d. Lincei, VIII, 1882-1883). — *Sulla tenacità del virus carbonchioso nelle sue forme di spora, di Bacillus Anthracis* (Id.). — *Studien über Immunität gegen Milzbrand* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
495. PETER. — *Plomaïnes, leucomaïnes et microbes* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> sér. XV, 1886).
496. PETRI. — *Zusammenfassender Bericht über Nachweis und Bestimmung der pflanzlichen Mikroorganismen in der Luft* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
497. PETRONE. — *Studio sperimentale sul colera* (Gazz. d. ospit. 1886).
498. PFEIFFER. — *Ueber einen neuen Kapsel-Bacillus* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
- 498 bis. PFUHL. — (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
499. PIPPING. — *Kapselkokken bei der Bronchopneumonie* (Fortschr. d. Med. 1886).
500. PIROTTA. — *Per la storia dei batteroidi delle Leguminose* (Malpighia, 1888).
501. PLAUCHUD. — *Sur la réduction des sulfates par les sulfuraire, et sur la formation des sulfures naturels* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
502. PLAUT. — *Zur Sterilisations Technik* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).
503. POHL-PINKUS. — *Mikrokokken in dem Epidermisschuppen von Scharlachkranken in der Schälungsperiode* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
504. POINCARÉ. — *Sur la production du charbon par les pâturages* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCI, 1880).
505. POELS. — *Die Mikrokokken der Drüse der Pferde, Coryza contagiosa equorum.* (Fortschr. d. Med. VI, 1888).
506. POMMER. — *Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildender Bakterien* (Mittheil. bot. Inst. zu Graz, I, 1886).
507. PONCET. — *Note sur le clou de Gafsa* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
508. POUCHET. — *Hétérogénie ou génération spontanée* (Paris, 1859 — et C. R. Acad. Sc. Paris, XLVII, XLVIII, L, LI,

- LV, LVII, LVIII, 1858, 1859, 1860, 1862, 1863, 1864).
509. POUCHET et HOUZEAU. — *Expériences sur les générations spontanées. Développement de certains proto-organismes végétaux dans de l'air artificiel* (C. R. Acad. Sc. Paris, XLVII, 1858).
510. POUCHET, JOLY et MUSSET. — *Expériences sur l'hétérogénie* (Id. LVII, 1863).
511. PRAŽMOWSKI. — *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterien-Arten* (Leizig, 1880).
- 511 bis. Id. — *Ueber den genetischen Zusammenhang der Milzbrand-und Heubacterien* (Biol. Centralbl. IV, 1884). — *Entwicklungsgeschichte und Morphologie von Bacillus Anthracis* (Akad. d. Wiss. in Krakau, 1884).
512. Id. — *Ueber Sporenbildung bei den Bakterien* (Akad. d. Wiss. in Krakau, 1888).
- 512 bis. Id. — *Ueber die Wurzelknöllchen der Leguminosen* (Bot. Centralbl. XXXVI, 1888).
513. PRILLIEUX. — *Sur la coloration et le mode d'altération de grains de blé roses*. (Ann. Sc. Nat. Bot., 6<sup>e</sup> sér., VIII, 1878, et Bull. Soc. Bot. France, 1879).
- 513 bis. Id. — *Sur la nature et sur la cause de la formation des tubercules qui naissent sur les racines des légumineuses* (Bull. Soc. Bot. France, 1879).
514. PROVE. — *Micrococcus ochroleucus, eine neue chromogene Spaltpilzform* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen IV, 3<sup>e</sup> p., 1887).
515. PRUDDEN. — *On the etiology of diphtherie* (Americ. Jnal. of Med. Sc. 1889).
516. PÜTZ. — *Ueber die Beziehungen der Tuberkulose des Menschen zur Tuberkulose der Thiere* (Stuttgart, 1883).
517. RABENHORST-WINTER. — *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterich und der Shweiz. I. Pilze* (2<sup>e</sup> édit. Leipzig, 1884).
518. RALPH. — *On the occurence of Bacteria (Bacilli) in living plants* (Proc. Roy. Soc. Victoria, XX, 1884).
519. RANSOME. — *Bacilli in condensed aqueous vapour of the*



- breast of phthisal persons* (Proc. Roy. Soc. London, XXXIV, 1882).
520. RAPPIN. — *Des bactéries de la bouche à l'état normal et dans la fièvre typhoïde* (Paris, 1881).
521. Id. — *Recherches sur l'étiologie des tumeurs malignes* (Nantes, 1887). — *Sur le microbe du carcinome* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887).
522. RASMUSSEN. — *Om Dryckning af Microorganismer fra spyt of sunde menesker* (Copenhagen, 1883).
523. RAULIN. — *Études chimiques sur la végétation* (Ann. Sc. Nat. Bot. 5<sup>e</sup> Sér. XI, 1869).
524. RAYER — *Inoculation du sang de rate* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1850).
525. RAYMOND et ARTNAUD. — *Recherches expérimentales sur l'étiologie de la tuberculose* (Arch. génér. Méd. Paris, 1883).
526. RECKLINGHAUSEN et LANKOWSKY. — *Ueber Erysipelas* (VIRCHOW'S Arch. LX).
527. REINKE et BERTHOLD. — *Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze* (Unters. a. d. bot. Laborat. in Göttingen, I, 1879).
528. RENZI (DE) et AMOROSO. — *Ricerche sperimentali sulla rabbia* (Riv. clin. e. terap. 1887).
529. RIBBERT. — *Die Schicksale der Osteomyelitis-Coccen im Organismus* (id. 1884).
530. Id. — *Zur Färbung der Pneumoniokokken* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
531. Id. — *Ueber einen bei Kaninchen gefundenen pathogenen Spaltpilz. Bacillus der Darmdiphtherie der Kaninchen* (id. 1887).
532. RIETSCH et BOURGUET (DU). — *Sur un nouveau bacille pyogène* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
533. RINDFLEISCH. — *Ueber Tuberkelbacillen* (Phys. med. Ges. Würzburg, 1882).
534. ROBIN (C.). — *Des végétaux qui croissent sur les animaux vivants* (Paris, 1847). — *Histoire naturelle des végétaux parasites de l'homme et des animaux* (Paris, 1853).

535. ROBIN (C.). — *Sur la nature des fermentations en tant que phénomènes nutritifs désassimilateurs des plantes* (Jnal. de l'Anat. et de la Physiol. Paris, 1875).
536. ROCHARD. — *Article Pathogénie* (Encyclopédie d'hygiène et de méd. prat., I, 1889).
537. RODET. — *Sur la rapidité de la propagation de la bactérie charbonneuse inoculée* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIV, 1882).
538. Id. — *Étude expérimentale sur l'osteomyélite infectieuse* (Id. XCIX, 1884).
539. ROLOFF. — *Milzbrand, Entstehung und Bekämpfung* (1882). — *Ueber die Milzbrandimpfung und der Entwicklung d. Milzbrand bacterien* (Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilk. IX).
540. ROSENBACH. — *Beiträge zur Kenntniss des Osteomyelitis* (Deutsch. Zeitschr. f. Chir. X). — *Ueber die acute Osteomyelitis beim Menschen erzeugenden Mikroorganismen* (Centralbl. f. Chir. 1884).
541. Id. — *Microorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten des Menschen* (Wiesbaden, 1884).
542. Id. — *Zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes beim Menschen* (Arch. f. klin. Chir. XXXIV, 1886).
543. ROSENFELD. — *Ein neuer Bacillus in Kommaform* (Bresl. ärztl. Zeitschr. 1889).
544. ROSENSTEIN. — *Vorkommen der Tuberkelbacillen im Harn* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
545. ROSENTHAL. — *Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in Geschwülsten, namentlich Carcinomen, mit besonderer Berücksichtigung des SCHEUERLEN'S Carcinombacillus* (Zeitschr. f. Hygiene. 1888).
546. ROUX. — *Note sur un moyen de conserver les moelles rabiques avec leur virulence* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Note de laboratoire sur la présence du virus rabique dans les nerfs* (Id. 1888).

- 546 bis. ROUX. — *Sur un procédé technique de diagnose des Gonococci* (C. R. Acad. Sc. Paris, CXX, 1886).
547. Id. — *De l'action de la chaleur et de l'air sur les spores de la bactériidie du charbon* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
548. Id. — *Nouvelle méthode de cultures sur pommes de terre* (Id. 1887).
549. Id. — *Immunité contre le charbon symptomatique conférée par des substances solubles* (Id. 1888).
550. ROUX et CHAMBERLAND. — *Immunité contre le charbon conférée par les substances chimiques* (Id., 1888).
551. ROUX et YERSIN. — *Contribution à l'étude de la diphtérie* (Id. 1888 et 1889).
552. SALVIOLI et ZÄSLEIN. — *Ueber den Micrococcus und die Pathogenese des croupösen Pneumonie* (Centralbl. f. d. med. Wochenschr., 1883).
553. SANTI-SIRENA. — *Sulla la transmissibilità delle tubercolosi e sua profilassi* (Giorn. intern. d. Scienze med. 1887).
554. SAVASTANO. — *Les maladies de l'Olivier et la tuberculose en particulier* (C. R. Acad. Sc., Paris, CIII, 1886). — *Les maladies de l'Olivier : hyperplasies et tumeurs* (Id., CIII, 1886).
- 554 bis. Id. — *Batterio del marciume dell'ura* (Malpighia, I, 1887).
555. SCHABELSKY. — *Ueber die Beziehung der Sarcina zu Leptothrix buccalis und zu Bacillus ulna* (citè in Bot. Jahresber. VII, 1879).
556. SCHEDTLER. — *Beitrag zur Morphologie der Bakterien* (VIRCHOW's Arch. CVIII, 1887).
557. SCHEUERLEN. — *Ueber die Aetiol. des Carcinoms* (Sitzung. d. Ver. f. inn. Med. in Berlin, 1887 et Deutsche med., Wochenschr., 1887).
558. SCHILL. — *Ueber den regelmässigen Befund von Doppelpunktstäbchen in carcinomatösen und sarcomatösen Geweben* (Deutsche med., Wochenschr., 1887).
559. SCHLEGTENDAL. — *Ueber das Vorkommen der Tuberkelbacillen im Eiter* (Fortschr. d. Med., 1883).

560. SCHLOESING et MUNTZ. — *Recherches sur la nitrification par les ferments organisés* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVI, 1878 et LXXXIX, 1879).
561. SCHNETZLER. — *Sur les germes organisés de la nitrification* (Bull. de la Soc. Vaud. des Sc. nat., 3<sup>e</sup> série, XXII, 1887).
562. SCHOTTELIUS. — *Zum mikroskopischen Nachweis von Cholerabacillen in Dejectionem* (Fortschr. d. Med., 1885).
- 562 bis. Id. — *Der Rotlauf der Schweine* (Wiesbaden, 1885).
563. Id. — *Biologische Untersuchungen über den Micrococcus prodigiosus* (Leipzig, 1887).
564. SCHRÖN (von). — *Ueber Tuberkelbacillen und die Tuberkelspore* (59 Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Berlin, 1886).
565. SCHRÖTER. — *Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, I, 2<sup>e</sup> part.).
- 565 bis. Id. — COHN - *Kryptogamen-Flora von Schleisen* (III, Pilze, Breslau, 1886).
566. SCHUCHARDT et KRAUSE. — *Ueber das Vorkommen der Tuberkelbacillen bei fungösen und scrophulösen Entzündungen* (Fortschr. der Med., 1883).
567. SCHÜTZ. — *Ueber den Rothlauf der Schweine und die Impfung mit demselben* (Arbeit. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1885).
568. SCHWANN. — *Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss* (Ann. d. Phys. u. Chem., XLI, 1837).
569. SÉDILLOT. — *De l'infection purulente ou pyohémie* (Paris, 1849).
570. SEITZ. — *Bacteriologische Studien zur Typhus-Aetiologie* (München, 1886).
571. SEMMER. — *Hühnerpest* (Deutsch. Zeitschr. f. Thiermed. u. vergl. Pathol., 1878).
572. SERAFINI. — *Sulla esistenza della capsula nel bacillo del carbonchio* (Il Progresso med., 1888).
573. SINETY (de) et HENNEGUY. — *Sur le microbe de la blennorrhagie* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1885).



574. SIROTININ. — *Die Übertragung von Typhusbacillen auf Versuchsthiere* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).
575. SMITH. — *Note on the so-called Bacillus Scarlatinæ of Drs JAMIESON and EDINGTON* (Brit. Med. Jnal. 1887).
576. Id. — *A new chromogene Bacillus, Bacillus cœruleus* (Med. News, II, 1887).
577. SOROKIN. — *Eine neue Spirillum-Art* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
578. STERNBERG. — *A fatal form of septicæmia in the rabbit, produced by the subcutaneous injection of human saliva* (JOHN HOPKINS Univ. Biol. Labor. Baltimore, 1882). — *The pneumoniococcus of FRIEDLÄNDER (Micrococcus Pasteuri)* (Americ. Jnal. of Med. Sc., 1885).
579. STRAUS. — *Le charbon des animaux et de l'homme* (Paris, 1887). — *Contribution de l'anatomie pathologique de la pustule maligne* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
580. STRAUS et CHAMBERLAND. — *Passage de la bactériidie charbonneuse de la mère au fœtus* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCV, 1882).
581. STRAUS, ROUX, NOCARD et THUILLIER. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur le choléra observé en Egypte* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 1884).
582. STRAUS et ROUX. — *Exposé des recherches sur le choléra à Toulon* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2<sup>e</sup> Sér. XIII, 1884).
583. SURINGAR. — *La Sarcine de l'estomac* (Arch. Néerland., 1866). — *Ein Wort über d. Zellenbau d. Sarcina* (Bot. Zeitung, 1866).
584. TALAMON. — *Note sur le microbe de la diphtérie* (Bull. Soc. Anatom. Paris, LVI, 1881).
585. Id. — *Sur le microbe de la pneumonie* (Bull. Soc. Anatom. Paris, LVIII, 1883 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
586. TANGL. — *Zur Morphologie der Cyanophyceen* (Wien, 1883).
587. TAVEL. — (Correspondenzbl. f. Schweiz. Aerzte, 1887).
588. TAYON. — *Sur le microbe de la fièvre typhoïde de l'homme* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCIX, 1884 et C, 1885).

589. THIN. — *Bacterium foetidum : an organism associated with profuse sweating of the sole of the feet, cultivated in vitreous humor* (Proc. Roy. Soc. London, XXX, 1880).
590. THOINOT et MASSELIN. — *Septicémie spontanée des lapins* (Précis de Microbie méd. et vétér., Paris, 1889).
591. TIEGHEM (VAN). — *Sur la fermentation ammoniacale* (C. R. Acad. Sc. Paris, LVIII, 1864).
592. Id. — *Sur le Bacillus Amylobacter et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux* (Bull. Soc. Bot. de France, 1877). — *Sur la fermentation de la cellulose* (Id., 1879, et C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVIII, 1879). — *Sur le Bacillus Amylobacter et son rôle dans la putréfaction de la cellulose* (Id. LXXXVIII, 1879). — *Identité du Bacillus Amylobacter et du Vibrion butyrique de M. PASTEUR* (Id., LXXXIX, 1879). — *Sur le ferment butyrique à l'époque de la houille* (Id., LXXXIX, 1879).
593. Id. — *Sur la gomme de sucrerie* (Annal. d. Sc. nat., Bot., 6<sup>e</sup> sér., VII, 1878).
594. Id. — *Sur les prétendus cils des Bactéries* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1879).
595. Id. — *Développement du Spirillum amyli-ferum* (Id., 1879).
596. Id. — *Sur les spores de quelques Bactéries* (Id. 1879).
597. Id. — *Sur quelques Bactéries agrégées* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1880).
- 597 bis. Id. — *Observations sur des Bactériacées vertes, sur des Phycchromacées blanches, et sur les affinités de ces deux familles* (Id., 1880).
598. Id. — *Traité de Botanique* (Paris, 1884).
599. Id. — *Développement de l'Amylobacter dans les plantes à l'état de vie normale* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1884).
- 599 bis. TIEGHEM (VAN) et DOULIOT. — *Origine, structure et nature morphologique des tubercules radicaux des Légumineuses* (Id. XXXV, 1888).
600. TIZZONI. — *Studi sulla natura del tifo abdominale* (Ann. univers. di Medicina, 1880).

601. THOMASCHEK. — *Ueber Bacillus muralis* (Bot. Zeitung, 1887 et Bot. Centralbl. XXXV, 1888).
602. TOUSSAINT. — *Sur les bactériidies charbonneuses* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXV, 1877). — *Preuves de la nature parasitaire du charbon* (Id., LXXXVI, 1878). — *Du charbon chez le cheval et le chien* (Id. LXXXVI, 1878). — *Sur une maladie à forme charbonneuse causée par un nouveau vibrion aérobie* (Id., LXXXVII, 1888). — *De l'immunité pour le charbon acquise à la suite d'inoculations préventives* (Id., XCI, 1880). — *Sur quelques points relatifs à l'immunité charbonneuse* (Id., XCIII, 1881). — *De l'immunité pour le charbon; note en réponse à M. COLIN* (Bull. Acad. Méd., Paris, 2<sup>e</sup> Sér. IX, 1880 et X, 1881).
- 602 bis. Id. — *Identité de la septicémie expérimentale aiguë et du choléra des poules* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCI, 1880). — *Sur un procédé nouveau de la vaccination du choléra des poules* (Id., XCIII, 1881).
603. Id. — *Contribution à l'étude de la transmission de la tuberculose* (Id. XC, 1880 et XCIII, 1881). — *Sur le parasitisme de la tuberculose* (Id., XCIII, 1881). — *Sur la contagion de la tuberculose* (Id., XCIII, 1881).
- 603 bis. Id. — *Sur la culture du microbe de la clavelée* (Id., XCIII, 1881).
604. TOUTON. — *Zur Topographie der Bacillen in der Lepra-haut* (VIRCHOW'S Arch. CIV, 1886).
605. TRÉCUL. — *Production de plantules amylières dans les cellules végétales pendant la putréfaction* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXI, 1865 et LXIII, 1867).
606. TREILLE. — *Sur un bacille courbe existant dans la diarrhée de Cochinchine* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1884).
607. TRELEASE. — *Observations on several zoogloæ and related forms* JOHN HOPKINS Univ. (Biol. Labor. Baltimore, 1886).
608. TREVIRANUS. — *Ueber die Neigung der Hülsengewächse zu unterirdischer knollenbildung* (Bot. Zeitung, 1853).
609. TREVISAN. — *Prospetto della flora Euganea* (Padova, 1842).

- 609 bis. TREVISAN. — *Introduzione allo studio die Bacteri* (Atti d. Inst. Lombardo, 1879).
610. TSCHIRCH. — *Beiträge zur Kenntniss der Wurzelknöllchen der Leguminosen* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. V, 1887).
611. TURPIN. — *Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse* (C. R. Acad. Sc., Paris, VII, 1838).
612. TYNDALL. — *Les Microbes* (Trad. par DOLLO, Paris, 1882).
613. UNNA. — *Zur Histologie der leprösen Haut* (Monats. f. Dermat, 1885).
614. Id. — *Zur Histologie und Therapie der Lepra* (Verhandl. des 5 Congress f. inn. Med., Wiesbaden, 1886).
615. VESTEA (DI). — *Absence des microbes dans les tissus végétaux* (Ann. Inst. PASTEUR).
616. VEILLEUIL. — *Sur le parasitisme microbique latent* (Bull. Acad. Méd. Paris, XV et XVI, 1886).
- 616 bis. Id. — *De la non existence du tétanos spontané* (C. R. Acad. Sc., Paris, CV, 1887 et CVI, 1888). — *Études sur la nature, l'origine et la pathogénie du tétanos* (Rev. d. Chir., Paris, 1887 et 1888).
617. VIGNAL. — *Recherches sur les microorganismes de la bouche* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3<sup>e</sup> Sér. VIII, 1886).
- 617 bis. Id. — *Recherches sur les microorganismes des matières fécales* (Id. X, 1887).
618. Id. — *Contribution à l'étude des Bactériacées. Bacillus mesentericus vulgatus* (Paris, 1889).
619. VILLEMEN. — *Cause et nature de la tuberculose; son inoculation de l'homme au lapin* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXI, 1865). — *Études sur la tuberculose* (Paris, 1868).
620. VIRCHOW. — *Beiträge zur Lehre von den beim Menschen vorkommenden pflanzlichen Parasiten* (VIRCHOW'S Arch. IX et X, 1856).
621. VOIGT. — *Ueber die Variolen-pustel* (Deutsche med. Wochenschr., 1885).
622. VUILLEMIN. — *Sur une bactériocécidie ou tumeur bacillaire du pin d'Alep* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1888).



623. VUILLEMIN. — (Annal. Sci. Agronom. I. 1888).
624. WAKKER. — (Arch. Néerland. XXIII, 1888).
625. WARD (MARSHALL-) — *On the tubercular swellings of the roots of Vicia Faba* (Philos Trans. of the Roy. Soc. London, CLXXVIII. 1887).
626. WARMING. — *Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier* (avec un résumé français, Copenhagen, 1876).
627. WASSERZUG. — *Sur la formation de la matière colorante chez le Bacillus pyocyaneus* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
628. Id. — *Variations de formes chez les Bactéries* (Id. 1888).
629. WASSILIEFF. — *Die Bacillen des Rotzes und ihre Bedeutung für die Diagnose* (Deutsche med. Wochenschr. 1883).
630. WATSON-CHEYNE, CHESHIRE et FRANK. — *The pathogenic history under cultivations of a new Bacillus B. Alvei* (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. 1885).
631. WEIBEL. — *Untersuchungen über Vibrionen* (Centralb. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887 et IV, 1888).
632. WEICHSELBAUM. — *Ueber Tuberkelbacillen in Blute bei allgemeiner acuter Tuberculose* (Wein. med. Wochenschr. 1884). — *Zussammenfassender Bericht über die Aetiologie der Tuberculose* (Centralbl. f. Bakt. u Parasit. III, 1888).
633. Id. — *Zur Aetiologie der Rotzkrankheit des Menschen* (Wien. med. Wochenschr. 1885).
634. Id. — *Ueber die Aetiologie und pathologische Anatomie der acuten Lungenentzündungen* (Wien. med., Jahrb. 1886).
635. Id. — *Ueber die Aetiologie der acuten Meningitis cerebro-spinalis* (Fortschr. d. Med. 1887).
- 635 bis. Id. — *Zur Aetiologie der acuten Endocarditis* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
636. WEIGERT. — *Bemerkungen über die OBERMEIER'schen Recurrenzfäden* (Deutsche med. Wochenschr. 1876).
637. Id. — *Zur Bacterienfrage* (Berl. klin. Wochenschr. 1877).

638. WEISS. — *Le microbe du pus blennorrhagique* (Nancy, 1880).
639. WELCKER. — *Ueber Sarcina insbesondere ihr Vorkommen in Urine des Menschen* (Zeitschr. f. rat. Med. 1859).
640. WERNICH. — *Typhus Bacillen* (Sitzung d. Vereins f. inn. Med. Berlin, 1880). — *Studien und Erfahrungen über den Typhus abdominalis* (Zeitschr. f. klin. Med., IV). — *Der abdominal Typhus, Untersuchungen über sein Wesen, seine Tödlichkeit und seine Bekämpfung* (Berlin, 1882).
641. WIGAND. — *Bakterien innerhalb des geschlossenen Gewebes der knöllenartigen Anschwellungen des Papilionaceen-Wurzeln* (Bot. Hefte-Fors. a. d. bot. Gart. zu Marburg, 1887).
642. WINOGRADSKY. — *Über Schwefelbakterien* (Bot. Zeitung, 1887).
643. Id. — *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. — I. Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbakterien* (Leipzig, 1888).
644. Id. — *Ueber Eisenbakterien* (Bot. Zeitung, 1888).
645. Id. — *Recherches physiologiques sur les sulfobactéries* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
646. Id. — *Sur le pléomorphisme des Bactéries* (Id. 1889).
647. WOLF. — *Ueber Erysipelas* (VIRCHOW'S Arch., LXXXI).
648. WORONIN. — *Ueber die bei der Schwarzerle (Alnus glutinosa) und der gewöhnlichen Gartenlupine (Lupinus mutabilis) auftretenden Wurzelanschwellungen* (Mém. Acad. d. St-Pétersbourg, X, 1866 et Ann. Sc. Nat. Bot. 5<sup>e</sup> série VII).
649. WUNSCH. — *Histoire naturelle des champignons* (Trad. par DE LANESSAN, Paris, 1882).
650. WYSSOKOWITSCH. — *Ueber die Schicksale der ins Blut injicirte Microorganismen im Körper der Warmblüter* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).

651. YERSIN. — *De l'action de quelques antiseptiques et de la chaleur sur le bacille de la tuberculose* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Étude sur le développement du tubercule expérimental* (Id., 1888).
652. ZAGARI. — *Esperienze intorno alla transmissibilità della madre al feto attraverso la placenta e per mezzo dellatte*. (Giorn. Internaz. d. Scienze med., 1888).
653. ZARNIKO. — *Zur Kenntniss des Diphtherie bacillus*. (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
654. ZEISSL (VON). — *Ueber den Diplococcus NEISSER'S* (Wien. Klinik. 1886).
655. ZENKER. — *Sarcina in der Lunge* (Zeitschr. f. rat. Med. 1853).
656. ZIEHL. — *Einige Beobachtungen über den Bacillus Malariae KLEBS* (Deutsch. Med., Wochenschr. 1882).
657. Id. — *Ueber das Vorkommen des Pneumonicococcus im pneumonischen Sputum* (Centralbl. f. d. med. Wochenschr. 1883).
658. ZOPF. — *Entwicklungsgeschichtl. Untersuchungen über Crenothrix polyspora, die Ursache d. Berliner Wassercalamität* (Berlin, 1879).
659. Id. — *Ueber den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen* (Sitzungsber. d. Berlin. Akad. d. Wissensch. 1881).
660. Id. — *Zur Morphologie der Spaltpflanzen* (Leipzig, 1882).
661. Id. — *Ueber Bacterium merismopedioides* (Sitzungsber. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1882).
662. Id. — *Die Spaltpilze, nach dem neuesten Standpunkte bearbeit* (in Encyklop. der Naturwissensch. Breslau, 1885).
-

## EXPLICATION DES PLANCHES.

---

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire de MALASSEZ, et la plupart à l'aide de deux grossissements différents : l'un de 600 diamètres, avec l'objectif *à sec* n° 9 et l'oculaire n° 3 de VÉRICK ; l'autre, au grossissement de 1600 diamètres, avec l'objectif à immersion homogène et l'oculaire n° 3 de VÉRICK (tube tiré). Dans ce dernier cas, on s'est servi, pour l'éclairage, du condenseur ABBE. — Les autres grossissements seront signalés dans la légende particulière de chaque figure.

### *Lettres communes à toutes les figures.*

Les différentes formes d'éléments bactériens sont indiquées par des lettres grecques :

|            |                                     |                                         |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| $\alpha$   | désigne un élément en forme de..... | <i>Leptothrix</i> ,                     |
| $\beta$    | »                                   | » ..... <i>Bacillus</i> ,               |
| $\gamma$   | »                                   | » ..... <i>Bacterium</i> ,              |
| $\delta$   | »                                   | » ..... <i>Vibrio</i> ,                 |
| $\epsilon$ | »                                   | » ..... <i>Spirillum</i> ,              |
| $\theta$   | »                                   | ..... <i>un corpuscule cocciforme</i> , |
| $\theta^1$ | »                                   | ..... <i>une spore endogène</i> .       |

Les chiffres *exposants*, placés à droite et en haut de ces lettres, indiquent les différentes phases de segmentation d'un même élément. Ainsi :  $\gamma^1$  désigne un élément en *Bacterium* long ;  $\gamma^2$  un élément en *Bacterium* de moyenne longueur ;  $\gamma^3$  un *Bacterium* court ;  $\gamma^4$  un *Bacterium* très court : c'est le *Bacterium* elliptique-ovalaire, terme ultime de la segmentation des éléments de forme rectiligne.  $\epsilon^1, \epsilon^2, \epsilon^3, \epsilon^4, \dots \epsilon^n$  indiquent des éléments en *Spirillum* à 1, 2, 3, 4, .....  $n$  tours de spire.

Les lettres en italique *a, b, c, \dots*, placées également à la droite des lettres grecques, servent à désigner différents éléments de forme identique, qui peuvent se rencontrer associés sur un même filament, ou dans une même formation zoogléique.

La lettre générale *G* désigne la gaine filamenteuse, quand le filament n'a qu'une seule gaine. Dans le cas où il existe deux gaines, *Gi* désigne la gaine interne, *Ge* la gaine externe gélatineuse. Cette désignation *Ge* sert également pour l'enveloppe générale des formations zoogléiques.

Un seul indice (*l*), placé à droite et en bas des lettres grecques, montre que



l'élément est en voie de division ; deux indices ( $\gamma$ ) montrent que la division est achevée, mais que les deux éléments nouveaux sont encore accouplés. Ainsi,  $\gamma^1 \gamma$  indique un couple de deux *Bacterium*, autrement dit un *Diplobactérium*.

PLANCHE I.

*Cladothrix dichotoma*. — Développement de l'état filamenteux.

Fig. 1. — (Sans réactifs) Gross. 120 diamètres (Objectif n° 2. — oculaire n° 3. VÉRICK). Groupe de douze individus de *Clad. dichotoma*, fixés sur un cristal A de carbonate de chaux, à la surface d'une macération de différentes algues d'eau douce, et montrant tous les stades de développement de l'état filamenteux.

*I, II, III, IV, V, VI, VII*, filaments *monocladés* ; *VIII, IX, X*, filaments *bicladés* ; *XI, XII*, filaments *polycladés*.

$A^1 B^1 \dots a^1 b^1$ , axes primaires ;  $A^2 B^2 \dots a^2 b^2$ , axes secondaires ;  $A^3 B^3 \dots a^3 b^3$ , axes tertiaires ;  $A^4 B^4 \dots a^4 b^4$ , axes quaternaires.

La touffe *polycladée XII* montre la loi de ramification. Tous les axes secondaires, tertiaires, quaternaires, etc... prennent naissance du côté interne d'une ligne fictive  $XX'Y$ , passant par le point d'attache  $X$  et le point de bifurcation  $X'$  des deux axes primaires  $A^1 B^1 \dots a^1 b^1$ .

Fig. 2. — Filament *monocladé*.

Fig. 3. — Filament *bicladé*.

Fig. 4. — Un axe primaire  $a^1 b^1$ , avec axe secondaire  $a^2 b^2$ , et axe tertiaire  $a^3 b^3$ .

Fig. 5. — Mode de formation d'un rameau.

Fig. 6. — Même mode de formation d'un rameau, à un stade plus avancé. Les deux rameaux divergent de plus en plus l'un de l'autre, toujours contenus dans la même

gaine gélatiniforme externe *Ge*. Le rameau  $a^1 b^1$  commence à glisser le long du rameau générateur  $A^1 B^1$ .

- Fig. 7. — Extrémité fixée d'un axe primaire générateur  $AB$ , montrant les éléments rectilignes qui augmentent progressivement de volume, de la base  $A$  vers le sommet.
- Fig. 8. — Portion d'une touffe de *Cladothrix* prise au point  $X$  de bifurcation des deux axes primaires  $A^1 B^1$  et  $a^1 b^1$ .
- Fig. 9. — Extrémité d'un axe quelconque, montrant les éléments rectilignes volumineux de l'extrémité libre  $B$  et leurs modifications de forme.

#### PLANCHE II.

*Cladothrix dichotoma*. — Passage de l'état *filamenteux* à l'état *dissocié*. — Passage des éléments de forme rectiligne aux éléments de forme courbe et spiralée.

- Fig. 1. — Un axe primaire ondulé  $a^1 b^1$ , en bifurcation, au point  $X$ , avec l'axe primaire générateur  $A^1 B^1$ , montre le passage des éléments de forme rectiligne, aux éléments de formes courbe et spiralée.
- Fig. 2. — Portion de filament détachée et libre, à gaine interne gélifiée et montrant, renfermés dans la même enveloppe gélatiniforme externe *Ge*, des éléments de formes diverses.
- Fig. 3. 4. 5. 6. — Autres portions de filaments, montrant également le passage des formes rectilignes aux formes courbes et spiralées.
- Fig. 7. — Tous les termes de passage entre l'élément rectiligne en *Bacterium* ( $\gamma^2$ ) et le *Spirillum* ( $\epsilon$ ), par l'intermédiaire de l'élément en *Vibro* ( $\delta$ ). — Le *spirillum*  $\epsilon^1 e$  à spire effacée; se montre décomposé en deux *Vibrio* ( $\delta^2$ ,  $\delta^2 a$ ).

- Fig. 8. — Deux *Spirillum* (à spire effacée), réunis par une mince traînée de substance membranée et flagelliforme (*a*).
- Fig. 9. — Deux *Spirillum* entrelacés.
- Fig. 10. — Passage du *Spirillum* à spire effacée ( $\epsilon^1$ ,  $\epsilon^1 a$ ) au *Spirillum* à tours de spire nettement accusée ( $\epsilon^2$ ).
- Fig. 11. — Décomposition d'un *Streptospirillum* en plusieurs *Spirillum* à tours de spire effacée.
- Fig. 12. — Un *Spirillum* à 4 tours de spire.
- Fig. 13. — Un *Spirillum* décomposé en 4 *Spirillum* plus courts et à spires effacées.
- Fig. 14. — Un *Spirillum* à 3 tours de spire.
- Fig. 15. — Long *Spirillum* à 8 tours de spire.
- Fig. 16. — Un *Spirillum* à 5 tours de spire effacée et décomposable en un grand nombre de *Vibrio* et *Spirillum* à spires également effacées. Un seul de ces *Spirillum* ( $\epsilon^2$ ) a conservé son aspect spiralé.

PLANCHE III.

*Cladothrix dichotoma*. — Développement de l'état zooglétique.

- Fig. 1. — Formation de zooglée terminale (*z*), à l'extrémité du rameau  $a^1 b^1$ .
- Fig. 2. — Formation de zooglée intercalaire (*z*) au point de bifurcation de deux rameaux.
- Fig. 3. — Groupe d'éléments de forme rectiligne et dissociés de *Cladothrix* immobiles et sur le point de se grouper en essaim zooglétique.
- Fig. 4. — Groupe d'éléments de forme rectiligne entourés chacun d'une gangue gélatiniforme et s'apprêtant à se former en zooglées.
- Fig. 5. — Groupe d'éléments à formation zooglétique plus avancée.

- Fig. 6. — Formation de zooglées aux dépens de l'état enchevêtré.
- Fig. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. — Stades successifs de la formation de l'état zoogléique de *Clad. dichotoma*.
- Fig. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. — Stades successifs de la formation de l'état précédent. Formation du pédicule (*Ped*), des lobules (*Lob*), des vacuoles (*Vac*) et des digitations (*Dig*), qui finissent par donner à la zooglée, arrondie et libre du début (Fig. 7), sa forme finale, fixée et arborescente (Fig. 21). Gross. 120 diamètres (Objectif n° 2 — Oculaire n° 3. VÉRICK).
- Fig. 22. 23. — Mode de formation des vacuoles et des digitations. Gross. 250 diamètres (Objectif n° 7 — Oculaire n° 1. VÉRICK).
- Fig. 24. 25. — Analyse de l'extrémité en massue d'une digitation, montrant les différentes formes d'éléments qu'on y rencontre.
- Fig. 26. — Ces mêmes éléments au grossissement de 1600 diamètres.

PLANCHE IV.

*Cladothrix dichotoma*. — Formation et germination des spores endogènes. — Formes de dégénérescence.

- Fig. 1. — Un système ramifié polycladé, montrant la formation des *corpuscules cocciformes* (0) par rétraction progressive du protoplasme vers le centre des éléments.
- Fig. 2. — Portion d'extrémité libre d'un rameau montrant les différents stades de la formation des spores : 1° rétraction du protoplasma sous forme de masse rectangulaire prenant fortement les matières colorantes (voir  $\gamma^2a$ ,  $\gamma^3a$ ) ; segmentation de cette masse rectangulaire au sein même de l'élément, en masses rectangulaires plus petites (voir  $\gamma^2b$ ,  $\gamma^2c$ ), et enfin



ransformation de ces dernières en *corpuscules* arrondis, *cocciformes* (0), qui eux-mêmes, en augmentant de volume et s'entourant d'une épaisse *exospore*, deviennent des *Spores* (0<sup>1</sup>).

Fig. 3. — Transformation des *corpuscules cocciformes* en spores sur une portion de filament *dissociée*.

Fig. 4. — Stades successifs de la germination de la spore observés dans un même essaim zoogléique.

Fig. 5. — Même succession de stades dans leur ordre de développement, depuis le *corpuscule cocciforme* (0) et la spore (0<sup>1</sup>), jusqu'à la formation du premier filament *monocladé* *AB*, origine de la future touffe d'un système *polycladé* définitif.

0<sup>1</sup>*a*. Spore augmentée de volume, ayant perdu sa réfringence, prise au moment où elle va germer; *Pg* point germinatif, d'où prendra naissance le germe du filament.

0<sup>1</sup>*b*. La spore commence à germer : l'exospore s'est gélifiée en *Co* et se soulève en une calotte gélatiniforme qui sera l'origine de la gaine externe filamenteuse (*Ge*). A ce moment, la spore est composée de deux parties hémisphériques inégales : l'une supérieure formée par la calotte gélatiniforme *Co*, l'autre encore entourée de l'exospore épaisse, avec le point germinatif *Pg*.

0<sup>1</sup>*c*. La spore augmente encore de volume. Appa-  
rition du germe initial du filament monocladé *AB*, qui prend naissance du point germinatif, et soulève la calotte gélatiniforme *Co*.

0<sup>1</sup>*d*, 0<sup>1</sup>*e*. Le filament continue à croître, et s'est déjà divisé en deux *Leptothrix* ( $\alpha^1$ ,  $\alpha^1a$ ).

0<sup>1</sup>*g*. Le filament monocladé est complètement formé. Il ne reste plus de la spore qu'un vestige d'exospore, sous forme de *plaque d'attache* (*Pa*).

Fig. 6. — Système bicladé montrant : 1° à la base, l'épaississement des gaines interne et externe, devenues ocreuses; 2° au sommet, la dégénérescence granuleuse et l'hypertrophie des éléments.

Fig. 7. 8. — Deux portions de filament, à gaine interne gélifiée, à gaine externe épaissie et ocreuse, à éléments très hypertrophiés et chargés de granulations (*Gr*).

Fig. 9. — Éléments *dissociés* de toute forme atteints de dégénérescence granuleuse.

N.-B. — Le procédé de coloration des figures des planches *I, II, III, IV*, est le même, c'est-à-dire : 1° solution iodo-iodurée ; 2° solution aqueuse de violet de méthyle 5 B, ou de fuchsine.

PLANCHE V.

*Bacterium osteophilum*. — Développement de l'état filamenteux et de l'état dissocié.

Fig. 1. — Trois filaments jeunes, formés d'un seul élément en *Leptothrix*.

Fig. 2. 3. 4. 5. 11. — Filaments segmentés en éléments de formes rectilignes variées.

Fig. 6. 7. 8. 9. 10. — Filaments segmentés en éléments rectilignes divers, sur le point de passer à l'état dissocié.

Fig. 12. — Passage des formes filamenteuses rectilignes aux formes courbes en *Vibrio*.

Fig. 13. — Passage de la forme courbe à la forme spiralée.

Fig. 14. — Long *Streptospirillum* décomposé en *Spirillum* plus courts, à spire effacée, et en *Vibrio*.

Fig. 15. 16. — Deux *Streptospirillum* se décomposant à l'une de ses extrémités en *Vibrio* et en *Bacterium*.

Fig. 17. — Un filament en vrille formé de *Vibrio* et de *Bacterium* courts.

Fig. 18. — *Streptospirillum* formé d'une chaîne de *Vibrio*.

Fig. 19. — Long *Spirochæte* entrelacé, formé de plusieurs *Vibrio*.

- Fig. 20. — *Spirochæte* entrelacé, formé de plusieurs *Vibrio* (la figure est défectueuse : les éléments sont moins volumineux que l'indique le grossissement, et les deux branches de la torsade sont plus rapprochées, dans la réalité).
- Fig. 21. — *Spirochæte* entrelacé, montrant des *Spirillum*, des *Vibrio* et des *Bacterium*.
- Fig. 22. 23. — Filaments formés de plusieurs *Vibrio* et *Bacterium* sur le point de passer à l'état dissocié.
- Fig. 24. 25. 25. 26. 27. 28. — Différentes formes d'éléments rectilignes à l'état dissocié.
- Fig. 29. — Dissociation d'un *Spirillum* libre et mobile, et à spire effacée, en plusieurs *Vibrio*.
- Fig. 30. — Différentes formes de *Vibrio* à l'état dissocié.
- Fig. 31. — Stades successifs de la transformation d'un *Vibrio* en *Bacterium* court.

PLANCHE VI.

*Bacterium osteophilum*. — Formation et germination des spores endogènes. — Développement de l'état zooglèique.

- Fig. 1. 2. 3. — Transformation du protoplasma des filaments en corpuscules ovalaires bactériiformes, puis en corpuscules cocciiformes, et enfin en spores.
- Fig. 4. — Différentes formes d'éléments sporifères, réunis dans un même point de la préparation et germination des spores en filaments d'abord indivis, formés d'un seul *Leptothrix* (A), puis se segmentant en éléments de plus en plus nombreux (B, C).
- Fig. 5. — Différentes formes d'éléments sporifères isolés.
- Fig. 6. — Transformation des corpuscules cocciiformes en spores à l'intérieur d'un filament.

- Fig. 7. — Germination d'une spore en un filament présentant différentes formes d'éléments rectilignes, courbes et spiralés (à spore effacée).
- Fig. 8. — Début de l'état zooglétique. Groupement de filaments suivant différents *centres de dispersion* (A, B, C, D).
- Fig. 9. — Stade *scorpioïde* de l'état zooglétique.
- Fig. 10. — Stade *scorpioïde* plus avancé, montrant l'épaississement des groupes capsulaires, et surtout la formation en *Tétrade* ou en *Merismopedia*.
- Fig. 11. — Formation du stade *aciniforme*.
- Fig. 12. — *Stade aciniforme* complet.
- Fig. 13. — Analyse d'un *centre de dispersion* du début de l'état zooglétique.

PLANCHE VII.

*Bacterium osteophilum*. — Suite de développement de l'état zooglétique.

Analyse comparative de deux groupes similaires (I, II), où l'on voit les stades successifs de l'état zooglétique, débutant, d'une part (en I), par un seul élément de forme rectiligne en *Leptothrix*, d'autre part (en II), par un seul élément de forme spiralée ( $\epsilon^1$ ), et aboutissant, de part et d'autre, à la zooglée *aciniforme*, composée d'éléments en *Bacterium* courts elliptiques ovalaires ( $\gamma^4$ ).

- Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. — Stades successifs de développement de l'élément unique encapsulé, en capsules *mérismo-pédiques*.
- Fig. 7. — Longue capsule, à membrane gélatineuse épaisse divisée en capsules secondaires, montrant le développement du stade *Merismopedia*.



Fig. 8. — Passage du stade *Merismopedia* au stade *aciniforme*.

Fig. 9. — Formation du stade *aciniforme*.

N.-B. — Le mode de coloration des planches V, VI et VII, est le même pour toutes les figures, savoir :

1° Solution aqueuse concentrée de vésuvine ;

2° Solution aqueuse concentrée de violet de méthyle 5 B ;

3° Solution iodo-iodurée (après lavage de la préparation à l'eau distillée).

PLANCHE VII (*suite*).

*Bacterium parasiticum*.

Fig. 1. — Filaments de *B. parasiticum* fixés sur une portion de filaments de *Zygnema* et de *Cladothrix dichotoma*.

Fig. 2. — Spores et germination des spores.

Fig. 3. — *État filamenteux* de *B. parasiticum* avec ses différentes formes d'éléments, rectilignes, courbes et spiralés.

Fig. 4. 5. 6. — Différentes formes d'éléments du même à l'*état dissocié*.

Fig. 7. 8. — *État zoogléique* de *B. parasiticum* (Fig. 7. Gross. 320 diamètres. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 1. VÉRICK).

N.-B. — Mode de coloration : 1° Mélange de deux solutions hydro-alcooliques, l'une à base de vésuvine, l'autre à base de fuchsine ou de violet de méthyle 5 B ; 2° solution iodo-iodurée (après lavage de la préparation, à l'eau distillée).

PLANCHE VIII.

*Bacterium Balbianii*. — Développement de l'état zoogléique.

- Fig. 1. — Aspect de l'état zoogléique cérébroïde parfait, sur gélose nutritive (Gross. 30 diamètres. — Obj. n° 0. — Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 2. — Début de l'état zoogléique. Les masses serpentiformes (*A, B, C, D, E, F, H*) s'unissent entre elles, et dessinent déjà des îlots (*I, II, III*) (Gross. 100 diam. — Obj. n° 3. Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 3. — Les masses serpentiformes du centre de la figure se sont complètement réunies pour former des îlots cérébroïdes (*I, II, III, IV*). A la périphérie, quelques-unes de ces masses sont encore isolées et s'apprêtent à s'unir pour former de nouveaux îlots. (Gross. 120 diam. — Obj. n° 3 Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 4. — Stade *Merismopedia* de l'état zoogléique. Les capsules *mérismopédiques* se disposent en traînées qui sont l'ébauche des masses serpentiformes précédentes. (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12 (Imm. homog.). — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).
- Fig. 5. — Formation des masses serpentiformes. Les capsules *mérismopédiques* du stade précédent se sont développées. Elles sont plus ou moins arrondies, renferment maintenant un grand nombre d'éléments bactériens, et s'agrègent en différents groupes (*I, II, III*), qui évoluent peu à peu vers la disposition serpentiforme. En *I*, on voit quatre groupes de capsules (*A, B, C, D*), encore distincts les uns des autres, mais déjà réunis à la périphérie par une gangue gélatiniforme commune. Dans le groupe *C*, les cap-

sules sont encore groupées sans ordre déterminé ; en *D*, les capsules se rangent déjà suivant deux rangées parallèles (*a a'*), séparées par un intervalle (*b*) ; en *A* et *B*, cette disposition s'accroît davantage. En *II* et *III*, sont deux groupements plus avancés encore dans leur développement. La forme serpentiforme est nettement accusée, en *II*. Le sillon est complet (*b*), et les deux rangées de capsules périphériques et parallèles se dessinent de plus en plus sous forme de deux rebords surélevés, à un seul rang de capsules. En *III*, les capsules commencent, par suite de leur développement, à se serrer les unes contre les autres, et à prendre la forme cylindrique (Gross. 400 diam. — Obj. F. — Ocul. n° 1. ZEISS).

Fig. 6. — Les masses serpentiformes sont complètement développées et montrent les deux rebords capsulaires périphériques, formés de capsules dont l'aspect rappelle la disposition d'un épithélium cylindrique. En *II*, ces capsules entrent en déhiscence et versent leurs éléments dans le sillon *i*. (Gross. 500 diam. — Obj. F. — Ocul. n° 1. ZEISS).

Fig. 7. — Stades successifs du développement de l'état zooglèïque, depuis la disposition des éléments en chaînes filamenteuses (*A, B, C, D, E*) entourées d'une gaine gélatiniforme, jusqu'à la formation capsulaire complète (*H, G*), en passant par les stades *Merismopedia* (*F*) et *Sarcina* (*G, a. b*). (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3, VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).

Fig. 8. — Mode de déhiscence des capsules cylindriques (*a, b, c, d*). (Gross. 200 diam. — Obj. n° 12 Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK).

Fig. 9. — Éléments en *Micrococcus* (*A*), *Diplococcus* (*B*), *Tetracoccus* (*E*) et *Streptococcus* (*C*) des capsules cylin-

drigues. (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).

PLANCHE IX.

*Bacterium Balbianii*. — Développement de l'état filamenteux et de l'état dissocié.

Fig. 1. — Développement de l'état filamenteux (Milieu de culture : décoction de laminaires dans l'eau de mer, de densité 1,029). A, au bout de 24 heures, à la surface du liquide : les éléments immobiles se présentent sous forme de *Bacterium* courts ( $\gamma^3$ ,  $\gamma^4$ ), de *Diplobacterium* (a), et de *Streptobacterium* (b); — B, au bout de 36 heures : les *Streptobacterium*, à grand nombre d'éléments, dominant (b, c, d), — c, au bout de 48 heures : l'état filamenteux est constitué, sous forme de filaments immobiles, à éléments de formes rectilignes diverses (a, b, c, d).

Fig. 2. — Développement de l'état filamenteux, avec éléments de formes courbes et spiralées (culture dans la décoction de laminaires, étendue d'une fois son poids d'eau de mer). — A, état filamenteux développé à la surface du liquide; — B, C, état dissocié à éléments mobiles, dans l'intérieur du liquide.

Fig. 3. — Transformation des éléments de forme rectiligne en éléments de forme arrondie, ou *Micrococcus* (culture dans du bouillon de morue alcalinisé).

Fig. 4. — A. Etat dissocié. Éléments mobiles en forme de *Bacillus* (culture dans du bouillon de morue acide).  
B. C. D. Transformation des éléments de forme rectiligne en éléments de forme arrondie, ou *Micrococcus* (culture précédente transplantée sur gélose



nutritive), — *B*, développement des *Bacillus mobiles* en filaments *immobiles*, 24 heures après l'ensemencement; — *C*, dissociation des filaments de l'état précédent en tronçons plus courts, dont quelques-uns affectent la forme en *crosse* (*a, b, c*), et en *Bacterium* groupés quatre par quatre (*d*); — *D*, transformation des *Bacterium* de l'état précédent en *Micrococcus* (Les figures 1, 2, 3, 4 sont dessinées au grossissement de 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).

Fig. 5. — Culture de la forme *Micrococcus* sur gélatine nutritive (*en tubes*, et par inoculation en piqure profonde). — *A*, 24 heures et *B*, 48 heures après l'ensemencement.

N. B. — Le mode de coloration de *B. Balbianii* est le même que celui employé pour *B. parasiticum*.

---

# TABLE.

---

|                                                                                                                       | Pages. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Avant-propos.....                                                                                                     | 3      |
| Introduction et historique.....                                                                                       | 5      |
| Tableau de terminologie générale.....                                                                                 | 23     |
| I. <b>Cladothrix dichotoma</b> COHN.....                                                                              | 25     |
| »           État filamenteux.....                                                                                     | 30     |
| »           État dissocié.....                                                                                        | 48     |
| »           État enchevêtré.....                                                                                      | 68     |
| »           État zoogléique.....                                                                                      | 72     |
| »           Formation et germination des spores.....                                                                  | 86     |
| II. <b>Bacterium Balbianii</b> nov. sp.....                                                                           | 108    |
| »           État zoogléique.....                                                                                      | 109    |
| »           État filamenteux.....                                                                                     | 126    |
| »           État dissocié, État enchevêtré.....                                                                       | 129    |
| III. <b>Bacterium osteophilum</b> nov. sp.....                                                                        | 149    |
| »           État filamenteux.....                                                                                     | 150    |
| »           État dissocié.....                                                                                        | 162    |
| »           État enchevêtré.....                                                                                      | 166    |
| »           État zoogléique.....                                                                                      | 169    |
| »           Formation et germination des spores.....                                                                  | 182    |
| »           Résultat des cultures pures de <i>B. osteophilum</i><br>dans les milieux stérilisés solides et liquides.. | 188    |
| IV. <b>Bacterium parasiticum</b> ( <i>Leptothrix parasitica</i> KÜTZING) ...                                          | 199    |
| »           État filamenteux.....                                                                                     | 200    |
| »           État dissocié.....                                                                                        | 202    |
| »           État zoogléique.....                                                                                      | 204    |
| Conclusions.....                                                                                                      | 208    |
| Index bibliographique.....                                                                                            | 219    |
| Explication des Planches.....                                                                                         | 274    |

---

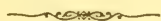
RECHERCHES SUR L'ANATOMIE

DES ORGANES VÉGÉTATIFS

des LÉCYTHIDÉES ,  
des NAPOLÉONÉES et des BARRINGTONIÉES ,  
( LÉCYTHIDACÉES ),

PAR

OCTAVE LIGNIER ,  
Professeur à la Faculté des Sciences de Caen.







## INTRODUCTION.

Des recherches anatomiques entreprises dans le but de trouver les affinités si controversées des Calycanthées et de reconnaître la valeur morphologique des faisceaux libéro-ligneux de leur tige, m'ont amené à étudier successivement les familles que les Botanistes ont considérées comme leur étant voisines. Parmi ces dernières je signalerai principalement les Mélastomacées, les Myrtacées, les Lécythidées, les Granatées et les Monimiacées. Les résultats fournis par l'étude des deux premières familles ont été publiés précédemment, en même temps que ceux obtenus chez les Calycanthées (1). Le présent mémoire, écrit déjà depuis plusieurs années, mais fortement remanié et complété récemment par des recherches faites sur des espèces et des genres nouveaux, fera connaître les résultats que m'a fournis l'étude anatomique des organes végétatifs des Lécythidées, des Barringtoniées et des Napoléonées.

Les Lécythidacées sont toutes des plantes exotiques dont quelques-unes seulement ont été introduites dans nos serres comme plantes d'ornement. Les graines fraîches en sont difficiles à se procurer, au moins pour la plus grande partie des espèces. Aussi n'avons-nous pu nous servir dans la présente étude que d'un nombre assez restreint d'échantillons frais. Nous les avons consacrés à la partie de nos recherches qui exigeaient les soins les plus minutieux. La grande majorité des espèces n'a été étudiée que sur des échantillons d'herbier, plus ou moins convenablement revivifiés par diverses liqueurs. Aussi, chez ces dernières, avons-nous surtout recherché les termes de comparaison que pouvait présenter la structure des tissus. Le parcours des faisceaux a été étudié avec fruit sur tous les échantillons frais et aussi sur un grand nombre d'échantillons

(1) O. LIGNIER, Recherches sur l'Anatomie comparée des *Calycanthées*, des *Mélastomacées* et des *Myrtacées* (*Arch. Bot. du nord de la France*, 4<sup>e</sup> année, 1887, 455 p., 40 fig. et 18 pl.).

desséchés (1). Ce serait en effet une erreur de croire que ces derniers ne peuvent plus servir pour ce genre de recherches ; ils exigent simplement plus de soins dans la technique comme dans la lecture.

N'ayant pu suivre d'une façon méthodique les variations de toutes sortes que présentent la forme et la taille de la tige et des feuilles adultes, nous avons dû nous borner, pour rendre aussi justes que possible nos termes de comparaison, à ne décrire que des échantillons qui nous semblaient présenter un développement moyen. Ce sont ces échantillons *moyens* que nous examinerons dans tous les cas.

Nos recherches nous ont amené à considérer les Lécythidées, les Barringtoniées et les Napoléonées comme des tribus qui, bien que nettement distinctes les unes des autres, appartiennent à une même famille, celle des Lécythidacées. Aussi, avons-nous cru pouvoir anticiper sur nos conclusions et nous servir de ce résultat général dans la rédaction de nos chapitres. D'ailleurs il n'étonnera personne, car les travaux antérieurs des Botanistes descripteurs et de quelques Anatomistes faisaient prévoir les affinités des Lécythidées telles que nous les indiquons (2).

Je dois à l'obligeance de M. BUREAU, Professeur-Administrateur du Museum de Paris, un certain nombre d'échantillons qui m'ont été de la plus grande utilité. Je lui adresse à ce sujet l'assurance de ma vive gratitude. Je remercie également M. MARCUS HARTOG pour les envois qu'il a bien voulu me faire.

Un grand nombre d'échantillons secs m'ont été fournis par les beaux herbiers LENORMAND et VIEILLARD que possède la Faculté des Sciences de Caen.

Quant aux plantes conservées dans l'alcool qui m'ont permis de faire les études de tissus les plus complètes, elles proviennent

(1) La connaissance du parcours des faisceaux de même que celle de la différenciation des tissus nous a été, dans tous les cas, fournie par la lecture des coupes transversales *successives* et complétée par la lecture de coupes longitudinales.

(2) Nous avons déjà fait connaître ce premier résultat dans une note publiée en 1887. (Observations sur la structure des *Lécythidées*, *Assoc. franç.*, Congrès de Toulouse).

presque toutes du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille, et je remercie vivement M. C.-EG. BERTRAND pour l'obligeance avec laquelle il les a mises à ma disposition, en même temps que M. QUEVA, préparateur du Cours, pour les démarches qu'il a faites à mon intention.

## HISTORIQUE.

La plupart des Classificateurs ont considéré les LÉCYTHIDÉES et les BARRINGTONIÉES comme appartenant à la même famille — au même ordre ou à la même classe — que les Myrtées. Mais tandis que les uns ont fusionné les Barringtoniées et les Lécythidées dans un même groupe (1), dans une même famille (2) (3), dans une même tribu (4) ou dans une même série (5), d'autres les ont individualisées davantage et séparées en deux tribus (6), deux sous-ordres (7) ou deux sous-tribus (8) voisines. LINDLEY (9) attribua même à ces deux groupes de plantes la valeur d'ordres distincts : celui des Lécythidacées et celui des Barringtoniacées qu'il plaçait dans des alliances différentes ; l'ordre des Lécythidacées était rangé dans les Myrtales à côté des Myrtacées et des Rhizophoracées ; l'ordre des Barringtoniacées dans les Grossales à côté des Escalloniacées et des Philadelphacées. Dans ses belles monographies (10), MIERS se rallie à peu près aux idées de LINDLEY. Pour lui les Lécythidées et les Barring-

(1) DE JUSSIEU, ANT.-L., *Genera plantarum*, p. 326, 1789.

(2) POITEAU, Mémoire sur les *Lécythidées* (*Mém. du Museum*, T. XIII, 1825).

(3) BRONGNIART, AD., Énumération des genres de plantes cultivées au Museum d'Histoire naturelle de Paris, 1850.

(4) DE CANDOLLE, AUG.-PYR., *Mém. sur la famille des Myrtacées*, p. 54, 1842.

(5) BAILLON, *Histoire des Plantes*, T. 6, p. 323, 1877.

(6) DE CANDOLLE, AUG.-PYR., *Prodromus*, T. III, p. 288, 1828.

(7) ENDLICHER, *Genera Plantarum*, 1833, 1836-40.

(8) BENTHAM et HOOKER, *Genera Plantarum*, p. 720, 1862-67.

(9) LINDLEY, *The vegetable Kingdom*, p. 739 et 754, 1853.

(10) MIERS J., On the *Lecythidaceæ*, 33 pl. (*Trans. of the Linn. Soc.*, T. XXX, 2<sup>e</sup> part., 1873. — On the *Barringtoniaceæ*, 9 pl. (*Id.*, 2<sup>e</sup> série, T. I, 1875).

toniées forment deux familles distinctes ; mais il les rapproche toutes deux de celle des Myrtées.

A côté des genres qui ont toujours été rangés sans hésitation soit dans les Lécythidées, soit dans les Barringtoniées, il en est d'autres qui à diverses reprises ont été considérés comme plus ou moins douteux. Le genre *Fœtidia* qui avait été intercalé par ANT.-L. DE JUSSIEU (1) à côté du *Myrtus* et du *Philadelphus* parmi les Myrtes, est considéré par PYR. DE CANDOLLE (2) comme une Myrtacée douteuse, puis par ENDLICHER (3) comme une Barringtoniée incertaine. LINDLEY et plus tard BAILLON (4) en font une Barringtoniée, mais BENTHAM et HOOKER (5) hésitent de nouveau à le reconnaître comme tel. — Parmi les autres genres primitivement douteux les *Gryas* et les *Careya* semblent définitivement réunis aux Barringtoniées, tandis que les genres *Catinga* (*Eugenia*), *Sonneratia*, *Petalotoma* (*Carallia*), *Coupoui*, *Glaphyria* (*Leptospermum*), *Crossos-tylis*, *Rhodammia*, *Catostemma*, *Cupheanthus* et *Fropiera* semblent en être définitivement éloignés.

Les NAPOLEONÉES d'abord rangées par DE CANDOLLE (6) à côté des Columelliacées et des Vacciniées, par ENDLICHER (7) à côté des Ebénacées et par AD. DE JUSSIEU (8) à côté des Styracées, furent ensuite rapprochées par LINDLEY (9) des Lécythidacées non loin desquelles, sous le nom de Belvisiacées, elles formaient un ordre également voisin des Rhizophoracées et des Myrtacées, mais présentant en même temps des affinités, d'une part, avec les Styracées, et, d'autre part, avec les Passifloracées. BENTHAM et HOOKER (10) les font entrer dans leurs Eulécythidées, mais BAILLON (11) les en sépare de nouveau pour former la série des Napoléonées, voisine de celle des Barringtoniées. MIERS, dans sa monographie (12), reprend l'idée

(1) *Loc. cit.*, p. 325. — (2) *Loc. cit.*, p. 295. — (3) *Loc. cit.*, p. 1234. — (4) *Loc. cit.*, p. 326. — (5) *Loc. cit.*, p. 724.

(6) *Prodrômus*, T. VII, p. 550, 1838.

(7) *Loc. cit.*, p. 745.

(8) DE JUSSIEU AD., Note sur le *Napoleona* (*Ann. des Sc. nat.*, 3<sup>e</sup> sér., T. 2, 1844).

(9) *Loc. cit.*, p. 728. — (10) *Loc. cit.*, p. 723. — (11) *Loc. cit.*, p. 328.

(12) MIERS J., On *Napoleona*, *Omphalocarpum* and *Asteranthos*, 4 pl. (*Trans. of the Linn. Soc.*, 2<sup>e</sup> série, T. 1, 1875).



de DE CANDOLLE, ENDLICHER et DE JUSSIEU en la modifiant légèrement ; il rapproche les Napoléonées des Sapotacées. En outre, il en détache le genre *Asteranthos* qu'il rapporte aux Rhododendrées et par contre réunit aux Napoléonées le genre *Omphalocarpum*.

L'anatomie des Lécythidées n'a commencé à être étudiée qu'à une époque relativement récente. On savait cependant depuis longtemps, mais seulement pour l'avoir vu par transparence, que les Lécythidacées, sauf peut-être le genre *Petersia*, se différencient des Myrtacées par l'absence de nodules glandulaires.

En 1870, GUILLARD (1) signale l'existence de faisceaux libéro-ligneux dans l'écorce des Belvisiées et cite les Lécythidées parmi les familles trichortées.

Moi-même, en 1884, j'indiquai (2) la présence de faisceaux libéro-ligneux corticaux dans la tige de *Gustavia augusta*. Je montrais en même temps que ces faisceaux mettent en communication les feuilles superposées sans contracter aucune adhérence avec la couronne normale.

En 1885, MM. COSTANTIN et DUFOUR (3) comparent la structure des Lécythidées à celle des Myrtacées glanduleuses (Chamælauciées, Leptospermées, Myrtées) et concluent que « ces deux organisations n'ont rien de commun. En effet non seulement, comme on sait, les Lécythidées n'ont pas de nodules sécréteurs, mais en outre : *a*, elles n'ont pas de liber interne ; *b*, elles ont des faisceaux corticaux. » Pour ces raisons et pour d'autres tirées de la morphologie florale, ces Botanistes pensent que les Lécythidées doivent « constituer une famille distincte ». Ils admettent en outre que « il n'y a pas lieu de séparer les Napoléonées des Barringtoniées comme le fait M. BAILLON ». Le genre *Fœtidia* est bien une Lécythidée, mais non les genres *Sonneratia*, *Catostemma* et *Cupheanthus* (4).

(1) GUILLARD, Une grave lacune dans l'Anatomie végétale ( *Bull. de la Soc. bot. de France*, T. 17, 1870 ).

(2) LIGNIER O., Recherches sur les massifs libéro-ligneux de la tige des *Calycanthées* ( *Bull. de la Soc. bot.*, T. XXXI, 1884 ).

(3) J. COSTANTIN et L. DUFOUR, Contributions à l'étude de la tige des *Lécythidées* ( *Bull. de la Soc. bot.*, T. XXXII, 1885 ).

(4) Des recherches personnelles me permettent de confirmer ce résultat dans les trois genres.

Dans le genre *Barringtonia* les faisceaux corticaux ont leur bois extérieur.

La même année, M. SOLEREDER (1), après avoir rappelé les caractères différentiels des Lécythidées précédemment indiqués par MM. COSTANTIN et DUFOUR, les complète par quelques détails d'histologie. Cet anatomiste compare les faisceaux corticaux des Lécythidées à ceux des Mélastomacées et fait observer que si ces faisceaux sont habituellement orientés bois en dedans, cependant l'inverse a lieu chez *Barringtonia racemosa* L. et *Careya arborea* ROXB.

En 1886, M. HARTOG (2) se préoccupe de connaître la raison d'être des faisceaux corticaux des Lécythidées et il étudie leur parcours. Après une comparaison entre la structure de la germination de *Gustavia* dont les feuilles sont décurrentes, et celle de sa tige adulte chez laquelle elles ne le sont pas, M. HARTOG conclut que les faisceaux corticaux représentent des faisceaux d'ailes adnées à la tige. Il distingue en outre des faisceaux ordinaires (common bundles) et des faisceaux dus aux anastomoses nodales (the cortical set owing to the anastomoses in the nodes). Le genre *Napoleona* a des faisceaux corticaux de même que les *Barringtoniées* et les *Lécythidées*.

Je publiai, en 1887 (3), quelques résultats fournis par l'étude du parcours des faisceaux dans les organes végétatifs des Lécythidées. J'en conclusais qu'il y a lieu d'établir pour ces plantes une famille des *Lécythidacées* distincte de celle des Myrtacées. Dans cette dernière je distinguais trois tribus : les *Barringtoniées*, les *Lécythidées* et les *Napoléonées* (*Gustavia* étant une Lécythidée comme le pensait MIERS (4) et non une *Barringtoniée*). Je reconnaissais en outre, dans le système libéro-ligneux d'une feuille de Lécythidacée, trois sortes de faisceaux : des faisceaux *principaux*, des faisceaux *antérieurs* et des faisceaux *postérieurs* et je conclusai que « les

(1) SOLEREDER H., Ueber den Systematischen wert der Holzstructur bei den Dicotyledonen, p. 134, Munich, 1885.

(2) HARTOG, MARCUS M., On cortical fibrovascular Bundles in some species of Lecythidæ and Barringtoniæ (*Brit. Assoc. Report*, 1886, p. 706).

(3) LIGNIER O., Observations sur la structure des Lécythidées (*Assoc. franç., Congrès de Toulouse*, 1887).

(4) *Loc. cit.*

faisceaux corticaux de la tige des Lécythidacées sont des faisceaux foliaires ordinaires qui par suite de leur position sur un arc (foliaire) largement ouvert et de leur grand écartement les uns des autres, n'ont pas été englobés dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige » (celle-ci s'établissant postérieurement à la différenciation des faisceaux foliaires).

---

## CHAPITRE PREMIER.

---

### LA TIGE ET LA FEUILLE.

---

#### Sommaire :

##### § I. — STRUCTURE DE LA TIGE.

###### *a. Gustavia augusta* L.

Section transversale moyenne d'un entre-nœud. — Décortication de la tige. Liège. — Structure des tissus aux divers niveaux de la tige.

###### *b. Autres Lécythidacées (par comparaison avec *G. augusta*).*

Lécythidées. — Barringtoniées. — Napoléonées.

##### § II. — STRUCTURE DE LA FEUILLE.

###### *a. Gustavia augusta.*

Section transversale moyenne du pétiole. — Section transversale basilaire de la nervure médiane. — Sections transversales basilaires des nervures secondaires et des nervures d'ordre plus élevé. — Section transversale moyenne du limbe. Bord du limbe.

###### *b. Autres Lécythidacées (par comparaison avec *G. augusta*).*

Lécythidées. — Barringtoniées. — Napoléonées.

### § III. — STRUCTURE DU SYSTÈME LIBÉRO-LIGNEUX FOLIAIRE (1).

A — a. *Gustavia augusta*.

1. Distribution des faisceaux sur une section transversale du pétiole (2). —
2. Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section transversale internodale. —
3. Parcours des faisceaux entre la section pétiole et la section internodale. —
4. Parcours des faisceaux au-dessous de la section internodale. Terminaison inférieure de ces faisceaux. —
5. Parcours des

(1) Nous avons montré dans un travail précédent (*loc. cit.*) que pour connaître vraiment et d'une façon utile l'anatomie du système libéro-ligneux d'une plante adulte, il ne suffit pas de connaître la structure de ce système telle qu'on la trouve sur une section transversale internodale ou pétiole, c'est-à-dire à un seul niveau de la tige ou de la feuille. Il faut de plus étudier ce système libéro-ligneux à tous les niveaux de la tige et de la feuille, observer le parcours de chacun des faisceaux qui le composent, rechercher la façon dont ces faisceaux se groupent les uns avec les autres, les rapports qu'ils contractent entre eux soit dans un même groupe, soit d'un groupe à l'autre, et examiner encore leur mode de terminaison libre, inférieure et supérieure, lorsqu'elle se produit.

A la suite de recherches faites dans cette direction, nous avons été amené à penser que le parcours des faisceaux libéro-ligneux dans les tiges d'une même famille est susceptible de variations considérables, toutes les fois que la symétrie de ces tiges vient elle-même à varier. D'où cette conclusion, que la comparaison du parcours des faisceaux dans la tige ne peut être que difficilement employée d'une façon utile en Anatomie comparée. Ces mêmes recherches nous ont, d'autre part, permis de reconnaître que, dans une même espèce, les *systèmes libéro-ligneux foliaires* ont une forme invariable (\*) si on les considère, abstraction faite de leurs contacts inférieurs, et cela quelle que soit la symétrie de la tige. Nous avons dénommé *système libéro-ligneux foliaire* l'ensemble de « tous les faisceaux qui dépendent d'une même feuille, quels qu'en soient le nombre et la distribution, et dès lors les faisceaux qui circulent dans le limbe et le pétiole de cette feuille, ainsi que ceux qui descendent dans la tige et constituent la trace foliaire ». (LIGNIER O., *De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en Anatomie végétale*, C.-R. de l'Académie des Sciences, août 1888). Telles sont les raisons qui nous ont amené à décrire spécialement le système libéro-ligneux foliaire des Lécythidacées.

(2) La description détaillée du système libéro-ligneux foliaire entier des Lécythidacées présentait de grandes difficultés en raison du nombre élevé et de la diversité des faisceaux qui le composent, ainsi que de la diversité de leurs contacts; aussi avons-nous cru devoir nous arrêter à la méthode suivante d'exposition. Nous prenons comme point de départ la description d'une section transversale du pétiole pratiquée au milieu de sa région de plus grande elongation. Sur cette section en effet tous les faisceaux appartiennent à un même système foliaire; en outre ils y sont coupés transversalement, y occupent une position nettement définie et sont à peu près comparables dans tous les cas. Partant de cette section nous indiquons, d'une part, la façon dont les faisceaux rentrent dans la tige et leur mode de terminaison inférieure, au moins dans le rameau spécialement étudié. D'autre part, nous montrons comment les faisceaux du pétiole pénètrent dans le limbe, comment ils s'y ramifient et comment ils s'y terminent.

(\*) Nous n'avons pas à nous occuper ici des variations que la taille de la feuille peut provoquer dans la complication de son système foliaire, car nous n'étudions que les feuilles adultes de taille moyenne.



faisceaux au-dessus de la section pétiolaire. Leur pénétration et leur distribution dans le limbe. — 6. Terminaison supérieure des faisceaux du système foliaire.

*b. Gustavia Marcgraaviana* MIERS ; *G. pterocarpa* POIT., (par comparaison avec *G. augusta*).

B — *a. Couratari guianensis* AUBL. (1).

*b. Autres Lécythidées* (par comparaison avec *C. guianensis*).

C — *a. Barringtonia macrocarpa* HASSK. (1).

*b. Autres Barringtoniées* (par comparaison avec *B. macrocarpa*).

D — *a. Napoleona imperialis* P. BEAUV. (1).

*b. Autres Napoléonées* (par comparaison avec *N. imperialis*).

#### § 4. — RÉSUMÉ.

#### § 5. — DISCUSSION SUR LA VALEUR MORPHOLOGIQUE DES FAISCEAUX CORTICAUX DES LÉCYTHIDACÉES ET SUR LA CAUSE DE LEUR ORIENTATION INVERSE CHEZ LES BARRINGTONIÉES.

### § I. — Structure de la Tige.

*a. Gustavia augusta* L. (2).

*Section transversale moyenne d'un entre-nœud* (3). — La section transversale moyenne d'un entre-nœud de *G. augusta* montre, Fig. 13, pl. x :

1° Un large massif central de *parenchyme médullaire*, *Pm* ;

2° Une couronne *libéro-ligneuse*, *Clb*, complète, normale, formée

(1) Même programme que pour *G. augusta*.

(2) La tige de *G. augusta* est grosse, cylindrique ou légèrement anguleuse. Les feuilles qu'elle porte sont largement insérées, alternes, souvent distribuées suivant le cycle  $\frac{2}{5}$  ou plus rarement suivant les cycles  $\frac{3}{8}$  ou  $\frac{5}{13}$ .

(3) Les rameaux étudiés étaient des rameaux âgés de une et de deux années.

d'un grand nombre de faisceaux. Cette couronne est dépourvue de liber interne ;

3° Une couronne épaisse de *parenchyme cortical*, *Pc* ;

4° De nombreux faisceaux *libéro-ligneux corticaux*, *Fc*, isolés les uns des autres et de la couronne normale. Ces faisceaux sont tous orientés comme ceux de la couronne normale. Comme eux aussi ils sont dépourvus de liber interne ;

5° Une assise de cellules *épidermiques* très petites.

1. *Parenchyme médullaire*. Le parenchyme médullaire est bien développé. Ses cellules sont peu larges, allongées longitudinalement. Les parois y sont quelquefois épaisses et fortement ponctuées surtout à la périphérie de la moelle. Il y a passage insensible de la moelle aux fibres primitives de la couronne libéro-ligneuse.

Un grand nombre de cellules médullaires sont cristalligènes, leurs cristaux étant des prismes coudés, courts, semblables à ceux de beaucoup de Myrtées. Il existe en outre des files longitudinales de cellules tannifères, isolées ou plus rarement réunies par groupes.

2. *Couronne libéro-ligneuse normale*. La couronne ligneuse est plus ou moins nettement triangulaire. Les faisceaux de cette couronne sont des faisceaux *étroits* dont le pointement trachéen,  $\Delta$ , fig. 14, pl. x, enveloppé par des fibres primitives à parois épaisses et fortement ponctuées, *fp*, pénètre nettement dans le parenchyme médullaire.

Il part, de chacun des massifs trachéens vers l'extérieur, des lames vasculaires un peu divergentes qui renferment successivement des vaisseaux annelés, des vaisseaux rayés, des vaisseaux réticulés et des vaisseaux aréolés.

Le reste de la couronne ligneuse est formé, en grande partie, de fibres lisses, *fb*, à section transversale irrégulièrement polygonale. Ces fibres portent fréquemment quelques fines punctuations simples. Elles dérivent directement des cellules cambiales ou plus rarement de cellules filles nées du recloisonnement longitudinal de cellules cambiales. Au milieu de la masse fibreuse se trouvent des vaisseaux

soit isolés, soit réunis par deux ou par trois en série radiale. Ces vaisseaux sont couverts de très petites aréoles irrégulièrement distribuées et dont les ouvertures sont transversales.

Le liber secondaire, *L<sub>2</sub>*, forme une bande circulaire épaisse. Il est stratifié. Ses couches sont continues, alternativement fibreuses, *fl*, et parenchymateuses, *Pl*. Les couches fibreuses sont épaisses de 1 à 3 rangs de cellules et les couches parenchymateuses de 2 à 5 rangs.

Les fibres libériennes secondaires sont étroites. Leur sclérification est complète. Ces fibres se différencient soit directement aux dépens de cellules cambiales, soit aux dépens de cellules filles formées par recloisonnement à peu près tangentiel et radial des cellules cambiales, *If*.

Les couches parenchymateuses du liber secondaire renferment des cellules parenchymateuses courtes, des files verticales de cellules cristalligènes, *Gc*, et de petits îlots grillagés, *Ig*, fig. 31, pl. xi, composés de tubes cribreux simples, *tc*, et de cellules annexes, *ca*. Les îlots grillagés sont produits par recloisonnement tangentiel et radial de cellules cambiales; toutefois, quelques tubes cribreux se forment directement aux dépens de cellules cambiales. Les cellules parenchymateuses et les files de cellules cristalligènes sont produites par le recloisonnement transversal des cellules cambiales. Les cristaux libériens sont de même forme mais plus petits que ceux du parenchyme médullaire.

Le liber primaire, *L<sub>1</sub>*, fig. 14, pl. x, est représenté par : 1° une bande parenchymateuse, *Pl*, intérieure, épaisse, contiguë au liber secondaire (1); 2° une bande fibreuse circulaire, *fl*, à peu près continue, adossée au parenchyme cortical et formée de 1 à 3 rangs de cellules (2). Les fibres libériennes primaires sont notablement plus larges que les fibres libériennes secondaires et leur sclérification

(1) Cette bande parenchymateuse peut comprendre également un peu de liber secondaire. Par sa plus grande épaisseur, elle se distingue toujours des bandes parenchymateuses plus intérieures qui appartiennent entièrement au liber secondaire.

(2) La nature libérienne de ces deux couches nous a été démontrée par l'étude de la différenciation des tissus. La bande extérieure se différencie d'abord, aux dépens du tissu procambial, par l'apparition d'îlots grillagés. Dans ces îlots grillagés les éléments s'élargissent ensuite peu à peu, puis se sclérifient en même temps que ceux du parenchyme enveloppant. Telle est l'origine de la bande scléreuse extérieure.

est beaucoup moins complète. L'épaississement pariétal de ces fibres a produit une couche externe rigide, jaunâtre et une couche interne plus molle et brillante, cette dernière pouvant se détacher de la première et se retrouver plus ou moins frippée dans la cavité cellulaire (1). Le parenchyme libérien primaire est formé de cellules courtes. Il renferme des files de cellules tannifères, *Gt*, et seulement quelques files verticales de cellules cristalligènes, *Gc*.

Les rayons de faisceaux, *RF*, sont nombreux ; ils sont larges de 1 à 3 rangs de cellules. Dans la partie intraligneuse leurs parois sont légèrement épaissies et fortement ponctuées ; du côté du liber elles sont minces. Dans cette dernière région, chaque rayon s'élargit un peu vers l'extérieur par étirement tangentiel de ses cellules ; il peut contenir des cristaux semblables à ceux du liber, mais qui n'y sont jamais superposés en files longitudinales.

3. *Parenchyme cortical*. Le parenchyme cortical, *Pc*, est lacuneux et chlorophyllien. Il ne possède ni massifs glandulaires comme chez les Myrtacées, ni cellules oléifères comme chez les Calycanthées. On y trouve de nombreux cristaux semblables à ceux de la moelle. Les files de cellules tannifères y sont très nombreuses.

L'assise profonde du parenchyme cortical n'est pas caractérisée comme gaine protectrice. Quelquefois cependant elle renferme plus de cristaux que le reste du parenchyme cortical. Il en est de même pour l'assise de ce parenchyme qui est contiguë à chacun des faisceaux corticaux.

4. *Faisceaux libéro-ligneux corticaux*. Les faisceaux libéro-ligneux corticaux, *fc*, fig. 13, pl. x, semblent à première vue distribués sans ordre. Ils sont de taille très variable, les plus gros étant intérieurs et les plus petits rapprochés de la surface. La section des gros faisceaux montre toujours :

(1) Cette double paroi se retrouve d'ailleurs également dans les fibres libériennes secondaires et dans les fibres épaissies du bois. Par le chloro-iodure de zinc, la paroi interne se colore habituellement en jaune dans les fibres jeunes et en violet dans les fibres âgées, tandis que la paroi externe se colore toujours en jaune.



Une *gaine fibreuse*, souvent enveloppante, plus épaisse au bord extérieur du faisceau qu'à son bord intérieur (1);

Une *masse libéro-ligneuse* intérieure à orientation normale, mais dans laquelle le liber tend à envelopper le bois.

Le liber, *L*, comprend : 1° la gaine fibreuse et une région parenchymateuse à larges cellules située sous cette gaine, — ces tissus représentent le liber primaire (2); 2° une région parenchymateuse plus intérieure, caractérisée par la présence d'îlots grillagés actifs, et qui est d'origine secondaire.

Le bois, *B*, ne renferme jamais que des éléments grêles. Il est en grande partie composé de lames trachéennes divergentes, dont les plus petits éléments forment un pointement dirigé vers le centre de la tige et souvent encastré dans la gaine fibreuse. Quelques très petits vaisseaux continuent ces lames trachéennes vers l'extérieur.

Une zone cambiale éteinte de bonne heure (3) sépare le bois du liber.

Dans les petits faisceaux corticaux, fig. 27, pl. XI, le développement relatif des tissus libéro-ligneux caractérisés est de moins en moins grand et les très petits faisceaux extérieurs ne sont même généralement représentés que par un paquet de fibres.

5. *Epiderme*. L'assise épidermique est formée de petites cellules, *E*, fig. 18, pl. X. Elle porte de nombreux poils unicellulaires, *p*, très courts, sclérifiés, rigides et pointus. Sa paroi superficielle est peu épaisse. Jamais cette assise ne renferme de cellules tannifères.

*Décortication de la tige. Liège*. — La zone génératrice qui fournit le liège de décortication de *Gustavia augusta* apparaît le

(1) Les très petits faisceaux corticaux ne sont représentés que par un paquet de ces fibres.

(2) Nous nous sommes assuré qu'il dérive entièrement du tissu procambial.

(3) Dans quelques cas cependant ces faisceaux corticaux prennent un accroissement secondaire important. Nous avons observé dans une tige âgée de *Lecythis lanceolata* certains faisceaux corticaux dont la zone cambiale avait entouré complètement le massif ligneux. Les tissus produits par cette zone étaient *un peu de bois et beaucoup de liber*. Les éléments ligneux étaient tous grêles. Le liber était stratifié; il renfermait 3 ou 4 bandes fibreuses concentriques et autant de bandes parenchymateuses.



plus souvent dans l'assise sous-épidermique. Toutefois, il n'est pas rare de la voir s'enfoncer irrégulièrement dans le parenchyme cortical à 2 ou 3 rangs de l'épiderme, *Zcf*, fig. 18, pl. x. Cette zone génératrice ne produit qu'exceptionnellement un peu de tissu secondaire vers l'intérieur, *Tf*<sub>2</sub>.

Le liège de décortication est caractérisé par ses cellules plates, à parois minces. Il peut se transformer par écrasement en un tissu corné, *Tc*. S'il est épais il peut être stratifié, c'est-à-dire renfermer des couches sclérifiées.

Fréquemment, il y a sclérification des cellules du parenchyme cortical primaire qui tapissent la face interne de la zone génératrice, *Scl*, (et des cellules du tissu secondaire, lorsqu'il s'en produit). Les parois de ces sclérites portent des ponctuations canaliculées.

*Structure des tissus aux divers niveaux de la tige.* — A tous les niveaux de la tige adulte l'épiderme et le tissu fondamental se retrouvent sensiblement tels que nous venons de les décrire ; cependant, le parenchyme médullaire est, au niveau des régions pérulaires, formé de cellules plus étroites dont les parois plus épaisses sont couvertes de nombreuses ponctuations simples. Les tissus libéro-ligneux subissent quelques modifications plus notables ; en effet, indépendamment de celles qui affectent le parcours des faisceaux et desquelles nous nous occuperons ultérieurement, on remarque que tous les éléments des faisceaux foliaires deviennent plus grêles à mesure qu'on monte vers le nœud de leur sortie. En même temps, le nombre des éléments trachéens s'y accroît. En un mot, les faisceaux foliaires prennent de plus en plus de bas en haut les caractères de faisceaux sortants. D'ailleurs ils commencent à quitter lentement la couronne normale bien au-dessous du nœud où ils doivent pénétrer dans la feuille ; ce mouvement de sortie peut quelquefois commencer dès le troisième entre-nœud inférieur.

b. — Structure de la Tige des Lécythidacées comparée  
à celle de *Gustavia augusta*.

LÉCYTHIDÉES (1). — 1. La moelle des Lécythidées est en général sensiblement plus étroite que celle de *G. augusta*, mais elle lui ressemble le plus souvent par la forme de ses cellules, le léger épaississement et la ponctuation de leurs parois, ainsi que par la présence d'un certain nombre de files de cellules tannifères et cristalligènes de même taille et de même forme que leurs voisines. Cependant les cellules tannifères de *Chytroma Idatimon* MIERS sont plus grêles que les autres; la moelle de *Lecythis corrugata* PORT. ne renferme que de larges cellules polygonales, à parois minces; chez *Cariniana brasiliensis* CASAR. il existe un anneau extérieur de cellules à parois épaisses, tandis que la région médullaire centrale ressemble à celle de *L. corrugata*. Nous avons en outre rencontré chez *Bertholletia excelsa* H. ET BOMPL., *Couratari guianensis* AUBL., *Lecythis racemiflora* SAG. ined. (2), *Eschweilera parviflora* MIERS, une particularité d'autant plus intéressante à noter qu'on n'en trouve aucune trace dans les autres espèces. La moelle de ces quatre plantes renferme un ou deux canaux d'aspect

(1) Chez toutes les espèces de Lécythidées étudiées (sauf *Gustavia Marcgraaviana* MIERS et certains rameaux de *G. pterocarpa* PORT.), le cycle d'insertion des feuilles sur la tige est  $\frac{1}{2}$ . Il en résulte que sur la section moyenne internodale de ces espèces les faisceaux libéro-ligneux sont, d'une façon très nette, répartis symétriquement par rapport à une seule ligne diamétrale.

(2) Nous avons trouvé cette Lécythidée dans l'herbier LENORMAND de la Faculté des Sciences de Caen. Elle y est indiquée comme une espèce nouvelle et inédite faite par SAGOT. L'échantillon nous a en effet paru ne rentrer dans aucune des espèces antérieurement décrites; aussi, croyons-nous devoir lui conserver le nom donné par le regretté savant que la science vient de perdre. Les caractères que nous y avons reconnus sont les suivants : Tige cylindrique, très verruqueuse; entre-nœuds longs de 25<sup>mm</sup> à 30<sup>mm</sup>. Feuilles pétiolées, longues de 10<sup>c</sup>-14<sup>c</sup>, larges de 4<sup>c</sup>-5<sup>c</sup>; pétiole long de 4<sup>mm</sup>-6<sup>mm</sup>; limbe ovale-allongé, à sommet acuminé; base du limbe arrondi, s'atténuant légèrement au sommet du pétiole. Calice à 7 sépales dont les bords sont scarieux et crénelés; ovaire 4-loculaire; style cylindrique, long de 2<sup>mm</sup>. — L'étiquette accompagnant l'échantillon porte en outre la mention suivante : flores magni, albi, petalis albovirentibus, ratione laminæ parvis. Guyane française : Karouany, 1855.

glandulaire, larges de 0<sup>mm</sup> 2 à 0<sup>mm</sup> 5, dont les parois paraissent tapissées par un épithélium à parois très minces, fig. 41, pl. XII. Il nous a semblé, par l'emploi de réactifs convenables, que les canaux sécrètent des matières de nature gommeuse ; toutefois, n'ayant pu les étudier que sur des échantillons d'herbier, c'est-à-dire sensiblement détériorés par la dessiccation, nous ne pouvons donner pour certain ce genre de sécrétion, ni même la nature glandulaire de ces canaux, car il se pourrait que leur existence fût due à un simple accident. Nous avons en effet signalé chez quelques Lécythidées une différenciation de la moelle en une région externe plus ou moins sclérifiée et une région centrale, dans laquelle les parois sont minces. Peut-être l'aspect canaliculé des quatre espèces ci-dessus citées est-il simplement dû à une disposition primitivement semblable, suivie de la destruction du tissu central, cette destruction se produisant naturellement dans la plante vivante ou s'étant formée accidentellement par suite de la dessiccation en herbier. L'étude d'échantillons mieux conservés ou surtout celle d'échantillons frais, pourra seule trancher la difficulté ; toutefois, nous devons ajouter de plus que nous avons vu ces canaux se plonger dans la feuille, ce qui semble encore devoir démontrer leur nature glandulaire.

2. Les pointements des faisceaux dans la moelle ne sont bien caractérisés, comme ceux de *Gustavia augusta*, que dans quelques espèces (*Couratari guianensis*, *Cariniana brasiliensis*, *Chytroma Idatimon*) ; chez les *Eschweilera*, les *Lecythis*, les *Bertholletia*, les lames trachéennes de ces faisceaux sont parallèles et non divergentes ; elles sont parfois en outre très écartées les unes des autres (*Eschweilera subglandulosa* MIERS), de telle sorte que les faisceaux foliaires ne se distinguent nettement du reste de la couronne ligneuse qu'au niveau de leur sortie dans les feuilles. *Nulle part il n'existe de liber interne.*

Le bois secondaire diffère assez fréquemment de celui de *G. augusta* par la présence de bandes concentriques parenchymateuses, dans lesquelles les éléments sont des fibres à parois minces et recloisonnés transversalement. Ces bandes peuvent être nombreuses et rapprochées les unes des autres (*Eschweilera longipes* MIERS), mais elles sont ordinairement peu épaisses ; chez *Eschwei-*



*lera subglandulosa* cependant, elles prennent un développement suffisant pour former un réticule parenchymateux enveloppant des îlots de fibres sclérifiées. Les vaisseaux ligneux ne sont jamais bien larges ; leur diamètre varie entre 0<sup>mm</sup> 05 (*Lecythis racemiflora*) et 0<sup>mm</sup> 10 (*L. corrugata* Poit.).

Le liber des Lécythidées a toujours la disposition stratifiée décrite chez *Gustavia augusta*. Les variations de structure que l'on y observe suivant les espèces, portent uniquement sur le degré de caractérisation des strates, sur leur régularité, sur l'épaisseur et le rapprochement des bandes fibreuses, sur la taille et le degré de sclérification des fibres. Ainsi, chez *Chytroma Idatimon* et *Eschweilera longipes*, les bandes fibreuses sont minces, serrées, bien régulières, bien sclérifiées, tandis que celles d'*Esch. subglandulosa* sont irrégulières, larges, espacées et formées de fibres peu scléreuses. Les fibres libériennes secondaires sont dans tous les cas plus grêles que les fibres primaires.

3. Le parenchyme cortical est fréquemment herbacé dans toute son étendue (*Chytroma Idatimon*, *Esch. longipes*, *Lec. racemiflora*) ; celui de *Cariniana brasiliensis* comprend une zone intérieure herbacée et une zone extérieure collenchymateuse. Chez *Eschweilera Luschnathii* Miers ce parenchyme est dépourvu de méats ; il est formé de cellules polygonales à parois minces et renferme quelques sclérites isolées. Chez aucune Lécythidée nous n'avons vu l'assise interne de ce tissu se caractériser nettement comme gaine protectrice, sauf peut-être en ce que les cristaux y sont généralement plus abondants que dans le reste du parenchyme cortical. Dans ce dernier, ils sont également plus fréquents que dans la moelle. Ce sont en général des prismes semblables à ceux de *G. augusta*. Le parenchyme cortical renferme toujours des files de cellules tannifères.

4. Les faisceaux libéro-ligneux corticaux de toutes les Lécythidées sont tous orientés *normalement*, c'est-à-dire *bois en dedans et liber en dehors*. Tantôt ils sont nombreux et distribués sur deux rangs de même que ceux de *G. augusta* (*Esch. parviflora*, *E. longipes*, *Chytroma Idatimon*, *Lec. racemiflora*, *Couratari guia-*

*nensis*), tantôt ils sont tous réunis sur un même cercle (*Esch. Luschnathii*, *Lecythis ollaria* LOEFL., *L. lanceolata* POIR., *Cariniana brasiliensis*, *Gustavia pterocarpa* PORT.). Dans ce dernier cas, leur nombre toujours moins élevé que dans le premier, peut descendre à 14 chez *L. ollaria*, fig. 6, pg. 357, et même 10 chez *G. pterocarpa* (au moins dans les rameaux distiques).

Les faisceaux corticaux de *Chytroma Idatimon* et de *Lec. corrugata* rappellent beaucoup par leur structure et la forme de leurs éléments ceux de *G. augusta*. Mais chez les autres Lécythidées ces faisceaux sont généralement moins gros, *plus aplatis tangentielle-*ment, et formés, au moins dans leur région ligneuse, d'éléments *plus grêles*. La gaine scléreuse est aussi moins épaisse, et, le plus souvent, elle n'est caractérisée que *vers l'extérieur*. Ces faisceaux ne semblent pas d'ordinaire acquérir des tissus secondaires bien importants. Cependant nous avons observé, dans certaines tiges âgées de *Lec. lanceolata*, des faisceaux corticaux dont les productions libériennes secondaires comprenaient déjà 4 bandes fibreuses concentriques séparées par des bandes parenchymateuses.

5. L'épiderme est toujours formé de petites cellules dont la paroi externe est épaisse et cuticularisée, quelquefois même très épaisse (*Chytroma Idatimon*, *Lec. subglandulosa*). Très fréquemment l'épiderme porte des poils unicellulaires, à parois épaisses, courts, rigides et pointus; ceux d'*Esch. Luschnathii* sont réduits à de petits mamelons. Sur la tige de *L. lanceolata* on observe, outre les précédents, des poils un peu plus allongés, à parois minces, bi-ou tri-cellulaires unisériés, fig. 36, pl. XII.

6. La zone génératrice des tissus de décortication s'établit soit dans l'assise immédiatement sous-épidermique (*Cariniana brasiliensis*, *Couratari guianensis*, fig. 24, pl. X), soit dans la deuxième assise sous-épidermique (*Esch. Luschnathii*). Cette zone fournit quelquefois un peu de tissu fondamental secondaire vers l'intérieur, et toujours, vers l'extérieur, un liège formé de cellules plates. Dans quelques cas, nous avons vu ce dernier stratifié comme celui de *G. augusta* (*Car. brasiliensis*, *Lecythopsis rufescens* Bg.); peut-

être même cette stratification existe-t-elle chez toutes les Lécythidées dès que le liège est suffisamment âgé ?

BARRINGTONIÉES. — 1. La moelle des Barringtoniées est généralement *plus large* que celle des Lécythidées. Le tissu y est à peu près tel que nous l'avons décrit chez *Gustavia augusta* (*Botryoropsis luzonensis* PRESL., *Fœlidia mauritiana* LAM., *Stravadium album* DC., *Barringtonia Nova-Zelandæ*, etc.). Quelquefois cependant il s'y trouve, comme chez *Cariniana brasiliensis*, un anneau de tissu extérieur dont les cellules ont des parois épaisses, ponctuées, semblables à celles des espèces précédentes, et une région centrale dans laquelle les parois sont fines (*Barringtonia macrocarpa* HANK., *B. costata* MIQ., *B. acutangula* ROXB.). Ces deux régions sont alors assez brusquement limitées l'une de l'autre, et l'extérieure seule renferme de l'amidon.

Dans tous les cas, la moelle possède des files de cellules tannifères dont le nombre et la position sont très variables. Aucune Barringtoniée ne nous a montré de canal médullaire comparable à celui de *Couratari guianensis*. Quant à l'oxalate de chaux, il ne manque que rarement (*Fœlidia mauritiana*); il forme habituellement des *macles en oursins*; chez quelques espèces cependant nous l'avons vu cristallisé en prismes (*Bot. luzonensis*, *Strav. album*). La moelle d'un rameau de *Barringtonia racemosa* VIEILL. nous a montré en même temps des prismes et des macles.

2. La couronne libéro-ligneuse des Barringtoniées se distingue, à première vue, de celle des Lécythidées, parce que les faisceaux foliaires y sont moins nombreux et *ne sont pas groupés par trois*. — Nous en expliquerons la raison dans l'étude du système libéro-ligneux foliaire, p. 358 et suiv.

Les lames trachéennes des faisceaux foliaires sont généralement moins divergentes et plus parallèles que celles de *Gustavia augusta*; il en résulte que ces faisceaux semblent moins individualisés dans la couronne normale. Les trachées y sont aussi plus larges.

La stratification du bois secondaire en bandes concentriques alternativement fibreuses et parenchymateuses, est habituellement

beaucoup plus nette chez les Barringtoniées que chez les Lécythidées. Rarement (*Fœtidia mauritiana*), les fibres scléreuses ne forment que de petits paquets entourés de parenchyme, comme cela existait déjà chez *Esch. subglandulosa*. — Une telle ressemblance est probablement physiologique. — Le diamètre des vaisseaux ligneux varie entre 20  $\mu$ . (*F. mauritiana*) et 75  $\mu$ . (*Barringtonia macrocarpa*). On peut dire que d'ordinaire ils sont moins larges que ceux des Lécythidées ; ils sont aussi plus nombreux.

Le liber primaire comprend toujours une gaine fibreuse accolée au parenchyme cortical et une bande parenchymateuse intérieure. La gaine fibreuse est habituellement formée de 3 à 4 rangs de fibres dont les parois sont très épaisses (*Barringtonia caffra*, *B. acutangula*, *Strav. album*). Toutefois, celle de *Bot. luzonensis* est composée de fibres mal sclérifiées ; chez *Fœtidia mauritiana* elles sont bien caractérisées mais disséminées.

Les strates du liber secondaire sont très serrées chez la plupart des Barringtoniées ; celles de *Str. album* ne comprennent chacune qu'une seule assise de cellules. Par exception, les fibres libériennes secondaires de *F. mauritiana*, quoique nombreuses, sont mal sclérifiées et mal stratifiées.

Tous les éléments dont se composent les tissus ligneux et libérien des Barringtoniées sont à peu près semblables à ceux des Lécythidées et de *G. angusta*. Signalons cependant que les aréoles des vaisseaux ligneux nous ont semblé généralement plus grandes, quelquefois même elles s'allongent transversalement et donnent à la paroi qui les porte l'aspect scalariforme.

Les rayons de faisceaux sont larges de plusieurs assises de cellules. Ils s'élargissent sensiblement vers l'extérieur de la région libérienne, tandis que les bandes libériennes qui leur sont intercalées, y deviennent au contraire de plus en plus étroites.

Le bois et surtout le liber peuvent contenir des cristaux d'oxalate de chaux ; ce sont le plus souvent des macles en oursins comme dans la moelle. Le tannin se rencontre également dans la couronne libérienne des Barringtoniées, mais il y est surtout localisé dans les rayons de faisceaux.

3. Le parenchyme cortical des Barringtoniées est bien développé, quelquefois même il est très épais (*Barringtonia neo-caledonica*



VIEILL.). Toutes celles que nous avons observées possédaient une zone collenchymateuse sous-épidermique peu caractérisée, sauf cependant *F. mauritiana* où elle est bien différenciée, et *Barringtonia racemosa* VIEILL. où elle n'existe pas. La région profonde du parenchyme cortical est herbacée et plus ou moins lacuneuse.

Les macles corticales d'oxalate de chaux sont habituellement plus nombreuses et plus grosses que celles de la moelle ; elles manquent chez *Factidia mauritiana*. Les cellules à tannin nous ont paru moins abondantes dans l'écorce des Barringtoniées que dans celle des Lécythidées.

4. Les faisceaux libéro-ligneux corticaux sont plus nombreux chez toutes les Barringtoniées que chez la plupart des Lécythidées. Tantôt ils sont distribués sur deux rangs (*Stravadium album*, *Barringtonia racemosa*, *B. acutangula*, *F. mauritiana*, *Botryoropsis luzonensis*), tantôt sur un seul (*B. caffra*, *B. macrocarpa*). Dans quelques rameaux de cette dernière espèce ils étaient suffisamment serrés pour former une couronne presque continue. Ceux de *Str. album* sont à peu près tous de petite taille, mais habituellement chez les autres Barringtoniées il y en a de gros et de petits, ces derniers étant de beaucoup les plus nombreux. De même que chez les Lécythidées, ceux du rang extérieur sont toujours de moins grande taille.

Chacun des faisceaux corticaux est *complètement enveloppé* par une gaine fibreuse bien caractérisée, quelquefois même cette gaine est plus développée contre le bord interne du faisceau. L'épaisseur de la gaine varie suivant les espèces : en effet, formée de 1 à 2 assises de cellules chez *B. acutangula*, elle atteint 3 à 4 assises chez *B. costata* et même 5 assises chez *F. mauritiana*. Il est vrai que dans cette dernière plante, les fibres y sont disséminées au milieu d'un tissu parenchymateux.

Mais ce qui caractérise surtout les Barringtoniées et permet de les reconnaître de suite des Lécythidées, c'est l'*orientation renversée* de leurs faisceaux corticaux : *le bois y est extérieur et le liber intérieur* (A) fig. 8, pg. 359. Les tissus libériens et ligneux sont presque entièrement primaires et ne diffèrent guère de ceux des faisceaux foliaires de la couronne que par la gracilité des éléments dont ils sont

formés ; ces derniers sont particulièrement petits chez *Fretidia mauritiana*.

5. L'épiderme des Barringtoniées est toujours formé de cellules notablement plus petites que celles des tissus sous-jacents, fig. 48 et 49, pl. xiii. Leur paroi externe est peu épaisse et habituellement recouverte d'une cuticule mince et finement plissée longitudinalement ; elle est cependant lisse chez quelques espèces (*Botryoropsis luzonensis*, *Barringtonia neo-caledonica*, *B. racemosa*). Les cellules épidermiques sont toujours plus ou moins bombées vers l'extérieur, quelquefois même elles sont hémisphériques (*B. neo-caledonica*, *B. racemosa*).

Certains échantillons nous ont paru dépourvus de poils ; il se pourrait cependant que ceux-ci y fussent simplement très rares. Habituellement en effet l'épiderme fournit des poils assez nombreux. Dans les cas les plus simples ce sont des sortes de papilles coniques, dont la paroi, de même que celle des cellules épidermiques ordinaires, est tantôt légèrement épaissie (*B. intermedia*), tantôt mince (*B. neo-caledonica*). Chez d'autres espèces, les poils, un peu plus longs que les précédents, sont cylindriques et terminés en pointe mousse (*B. macrocarpa*, fig. 48 pl. xiii). Ailleurs encore ils sont plus allongés ; mais alors ils sont cloisonnés transversalement une ou deux fois (*B. acutangula*, fig. 36, pl. xii, *B. costata*). Lorsqu'ils sont allongés et ont une paroi externe légèrement épaissie, ils sont recouverts de fines stries cuticulaires qui s'étendent de leur base à leur sommet. Enfin, sur quelques espèces, on rencontre des poils soit uni-cellulaires (*Strav. album*), soit bi-ou tri-cellulaires (*B. racemosa*), dont les parois sont très minces et qui sont plus ou moins renflés, fig. 49, pl. xiii. Ces poils en massue, qui semblent exister seuls sur certaines espèces, peuvent, sur d'autres, coexister avec des poils coniques ou cylindriques.

6. Le plus souvent la zone génératrice des tissus de décortication apparaît dans la deuxième assise sous-épidermique, fig. 49 ; plus rarement elle s'établit dans l'assise directement sous-épidermique, fig. 48. Quelquefois ces deux dispositions se rencontrent côte à côte dans la même tige. Jamais nous n'avons vu la zone de cloisonnement s'établir plus profondément dans le parenchyme cortical.

Les tissus secondaires produits sont à peu près toujours uniquement extérieurs. Ils consistent en liège stratifié. Les cellules y sont plates ; mais tandis que, dans certaines couches, leurs parois restent minces, dans d'autres, elles se sclérifient notablement, fig. 56, pl. XIII. L'épaisseur des strates est très variable et n'est même pas constante dans une même tige. Tantôt elle peut être réduite à une seule assise de cellules, tantôt elle en comprend 5 ou 6, et même plus.

Ce liège stratifié à cellules plates ne se produit pas toujours immédiatement. Il peut en effet arriver que les tissus secondaires formés à l'origine soient composés de cellules aussi épaisses que larges : les parois de ces dernières restent habituellement minces, et ne se sclérifient que dans quelques cas. Ce n'est qu'ultérieurement que la zone génératrice fournit les cellules plates décrites tout d'abord. Il nous a semblé que, chez *Fœtidia mauritiana*, le liège est toujours formé de cellules plus ou moins allongées radialement. Après la première décortication, celles qui deviennent superficielles s'allongent perpendiculairement à la surface, s'isolent les unes des autres et figurent grossièrement une assise formée de poils.

Chez *B. acutangula*, l'assise sous-épidermique, comprise entre l'épiderme et la zone génératrice, sclérifie toutes ses parois et semble à première vue appartenir aux tissus secondaires sous-jacents.

NAPOLÉONÉES. — 1. La moelle des Napoléonées (*Napoleona* et *Asteranthos*) (1) est étroite ; les parois de ses cellules sont partout épaisses et ponctuées. Ce tissu renferme des cellules tannifères et des prismes d'oxalate de chaux.

2. Dans la couronne libéro-ligneuse les strates concentriques sont également visibles dans le liber et dans le bois. Celles du bois sont ordinairement formées chacune d'une seule assise de cellules, fig. 34, pl. XII. Les vaisseaux ligneux secondaires sont grêles (environ 30  $\mu$ ). Le liber forme une couronne aussi épaisse que la couronne

(1) Nous n'avons pu nous procurer aucun échantillon du genre *Omphalocarpum* que MIERS (*l. c.*) réunit aux Napoléonées.

ligneuse, au moins pendant les premières périodes de végétation (*Napoleona Witfieldii* DEC.). Les strates y sont bien moins caractérisées et beaucoup moins serrées que dans le bois. La couche de liber primaire renferme des îlots fibreux très nets mais non réunis en une couronne continue.

Les rayons de faisceaux de *Napoleona* ne diffèrent pas sensiblement de ceux des autres Lécythidacées, sinon par la moindre taille et la forme un peu arrondie de leurs cellules sur une section tangentielle. Ils s'élargissent beaucoup vers la surface et les bandes libériennes intercalées forment, sur une section transversale, de longs triangles dont la base s'appuie contre la zone cambiale. Les rayons, de même que le liber, renferment de nombreux prismes d'oxalate de chaux et beaucoup de tannin.

3. Le parenchyme cortical d'*Asteranthos brasiliensis* DESF., au moins lorsqu'il est un peu âgé se montre formé de cellules toutes de même taille, toutes semblables, dont les parois sont minces et la forme légèrement arrondie. Ces cellules, dans notre échantillon, étaient uniformément gorgées de tannin. Il en est à peu près de même chez *N. imperialis* P.-BEAUV, lorsqu'il est jeune.

Chez *N. Witfieldii*, le parenchyme cortical est étroit et différencié en une zone externe très légèrement collenchymateuse, fig. 42, pl. XII, et une zone interne plus épaisse qui est herbacée. Cette dernière devient rapidement mais confusément hétérogène, certaines cellules restant petites, tandis que leurs voisines s'élargissent et se recloisonnent. La zone collenchymateuse renferme fréquemment des cellules scléreuses, *scl*, qui rappellent celles de *G. augusta* par la localisation de leur sclérification sur leurs parois interne et latérales.

4. Les faisceaux libéro-ligneux corticaux des Napoléonées sont à peu près *normalement orientés* comme ceux des Lécythidées, c'est-à-dire ont sensiblement *leur bois intérieur* et *leur liber extérieur*; cette orientation peut cependant subir quelques variations, surtout chez *N. imperialis*, (A) fig. 10 pg. 367. Les faisceaux corticaux sont au nombre de 4 chez les *Napoleona*, de 2 seulement chez *Asteranthos* (ces derniers étant situés du même côté du plan de symétrie des



feuilles). Ces faisceaux peuvent n'être représentés que par quelques fibres, surtout chez *N. Wilfieldii* et *A. brasiliensis*; et même les plus gros sont loin d'atteindre la taille des gros faisceaux de *G. augusta*. Ils renferment alors un peu de tissu libéro-ligneux primaire à éléments très grêles et sont bordés extérieurement par un épais croissant de fibres. Ceux de *N. imperialis* fournissent rapidement une zone cambiale qui s'étend en arrière du bois en l'enveloppant comme dans un anneau, fig. 17, pl. x.

5. L'épiderme est très différent chez les trois espèces étudiées. Tandis que chez *N. Wilfieldii* il se compose de petites cellules plates, fig. 42, pl. xii, chez *N. imperialis* et *A. brasiliensis* il est formé de cellules plus grandes, convexes vers l'extérieur. Mais dans les *Napoleona*, sa paroi externe est relativement mince, tandis que chez *Asteranthos* elle est excessivement épaisse, fig. 52, pl. xiii. Toutes trois nous ont semblé dépourvues de poils.

6. La zone génératrice des tissus de décortication se produit, chez *N. Wilfieldii*, dans l'assise sous-épidermique. Tout le tissu formé est extérieur; c'est un liège dont les cellules sont plates et dont les parois restent longtemps minces. Il nous a paru que lorsque ce liège devient épais, il tend à se stratifier par sclérification de certaines assises.

La formation du tissu subéreux est accompagnée de craquelures de l'épiderme. Les bords de ces ouvertures s'écartent ensuite en s'incurvant vers l'extérieur, tandis que la zone génératrice sous-jacente augmente son activité de manière à cicatrifier la blessure.

## § II. — Structure de la Feuille.

### a. *Gustavia augusta* (1).

*Section transversale moyenne du Pétiole.* — La section transversale moyenne du pétiole de *G. augusta* est semi-circulaire; sa

(1) La feuille de *Gustavia augusta* est spatulée et mesure 0,28<sup>c</sup> à 0,30<sup>c</sup> de long sur 0,07<sup>c</sup> à 0,08<sup>c</sup> de large; elle est brièvement pétiolée, quelquefois même sessile. Sa nervation est pennée et saillante sur les deux faces. Les bords du limbe sont rectilignes dans sa région basilaire et dentelés dans sa région terminale.

face antérieure (1) est un peu bombée ; ses bords sont légèrement ailés, (B) fig. 1, pg. 335. Cette section montre :

a. Une assise enveloppante formée de petites cellules *épidermiques*. Cet épiderme, qui ressemble à celui de la tige, porte des poils unicellulaires peu nombreux.

b. Une masse de *tissu fondamental* rappelant le parenchyme cortical de la tige. Ce tissu renferme de nombreux cristaux. Il est tannifère.

c. De nombreux *faisceaux libéro-ligneux* nettement isolés les uns des autres. Ils sont *tous* orientés normalement, c'est-à-dire *bois en dedans et liber en dehors* ; les plus gros d'entre eux ont une forme annulaire ou concentrique. Ces faisceaux sont distribués sur plusieurs arcs concentriques ; parmi ceux-ci celui qui renferme les plus gros faisceaux est l'arc *principal*, les autres sont *antérieurs* ou *postérieurs* au précédent (2). Les faisceaux des arcs antérieurs sont d'autant plus petits qu'ils sont plus antérieurs, ceux des arcs postérieurs, d'autant plus grêles qu'ils sont plus postérieurs, (A) fig. 22, pl. x.

Les gros faisceaux de la section comprennent : 1<sup>o</sup> une gaine fibreuse enveloppante, *fl*, fig. 23, pl. xi, plus épaisse dans la moitié postérieure du faisceau ; 2<sup>o</sup> une masse intérieure de tissu libéro-ligneux caractérisé.

Les fibres de la gaine ressemblent aux fibres libériennes primaires de la tige, c'est-à-dire que leurs parois sont formées d'une couche extérieure rigide et d'une couche intérieure plus molle. Ces deux couches sont généralement dissociées.

Le tissu libéro-ligneux caractérisé comprend un anneau libérien parenchymateux, *Pl*, plus épais dans sa moitié postérieure et une masse ligneuse centrale, *B*. Ces deux tissus sont séparés par une zone cambiale circulaire, *Zc*, éteinte dans la feuille adulte. — La couronne libérienne parenchymateuse est formée, dans sa région la plus rapprochée de la gaine, d'éléments larges et courts, *Pl*, au

(1) Dans toute cette étude de la tige et de la feuille, je suppose toujours l'observateur placé dans l'axe de la tige, les pieds en bas et regardant soit la partie de la tige étudiée, soit la feuille. Celle-ci est supposée relevée le long de la tige, c'est-à-dire telle qu'on la trouve dans le bourgeon terminal, de sorte que sa face *supérieure* est en même temps sa face *intérieure* ou *antérieure*, sa face *inférieure* étant *extérieure* ou *postérieure*.

(2) Voir p. 335.

milieu desquels se rencontrent quelques files de cellules tannifères. Sa région contiguë au bois renferme des îlots grillagés, *Ig*, nombreux, dans lesquels les cellules sont très grêles. On y voit également des files de cellules cristalligènes, mais jamais elle n'est stratifiée. — Le tissu ligneux central est généralement concentrique; quelquefois cependant il est annulaire et entoure quelques cellules parenchymateuses qui appartiennent au faisceau, *fp*, ou même parfois au tissu fondamental.

Les éléments ligneux sont grêles; ce sont des trachées, des vaisseaux annelés, des vaisseaux rayés et des vaisseaux aréolés, distribués en files radiales que séparent des rayons parenchymateux.

Les plus petits faisceaux libéro-ligneux de la section du pétiole ne sont représentés que par des paquets de fibres. Entre ces petits faisceaux et les plus gros on trouve tous les termes de passage. Des gros aux petits le bois et le liber parenchymateux diminuent peu à peu, tandis que la gaine prend au contraire une importance *relative* de plus en plus grande. Comme dernier terme, cette gaine reste seule; c'est alors le paquet de fibres indiqué ci-dessus.

*Section transversale basilaire de la Nervure médiane.* — La structure de la section transversale basilaire de la nervure médiane de *G. augusta* ne diffère de celle de la section transversale du pétiole que :

1° Parce qu'elle est moins grande et que les faisceaux y sont plus rapprochés les uns des autres;

2° Parce qu'elle se continue latéralement dans les expansions lamelleuses du limbe.

En montant vers le sommet du limbe les faisceaux postérieurs disparaissent. Les faisceaux antérieurs eux-mêmes diminuent de nombre et d'importance. Le système libéro-ligneux de la nervure principale se termine sur une ampoule libéro-ligneuse analogue à celle que nous avons décrite chez les *Melastomacées* et les *Myrtacées* (*l. c.*).

*Section transversale basilaire des Nervures secondaires (latérales) et des Nervures d'ordre plus élevé.* — 1. La section transversale basilaire d'une nervure secondaire est plus petite, mais

sensiblement de même forme que la section basilaire de la nervure médiane. Elle montre :

*a.* Une assise de cellules *épidermiques* qui diffère de celle de la nervure médiane par la rareté des poils ;

*b.* Une masse de *tissu fondamental* parenchymateux ; ce tissu est légèrement collenchymateux contre la face supérieure ;

*c.* Un seul *faisceau libéro-ligneux* concentrique ou annulaire semblable aux gros faisceaux du pétiole.

2. Les sections transversales des nervures tertiaires et d'ordre plus élevé ne diffèrent de la précédente que par la réduction progressive de tous les tissus. Parmi les éléments du faisceau libéro-ligneux, ce sont le bois et le liber caractérisés qui disparaissent le plus rapidement, la gaine fibreuse devenant *relativement* plus puissante. Les cellules épidermiques des deux faces du limbe sont allongées dans le sens des nervures et se distinguent ainsi nettement de celles du reste du limbe.

*Section transversale moyenne du Limbe. Bord du Limbe. —*

1. La section transversale moyenne du limbe montre, fig. 15, pl. x :

*a.* Une assise *extérieure* de petites cellules *épidermiques*,  $E_a$ , à paroi externe légèrement épaissie et à parois latérales très faiblement ondulées.

*b.* Une assise de *parenchyme en palissade*,  $Ppal$ , dont les cellules, une fois plus longues que larges, sont chargées de chlorophylle.

*c.* Une bande de tissu épaisse de cinq assises de cellules représentant le *parenchyme lacuneux*,  $Plc$ . Les cellules de ce parenchyme sont rameuses dans un plan parallèle à la surface de la feuille. Dans la région profonde de ce tissu circulent de petites ramifications *libéro-ligneuses*, dont les plus grêles sont constituées par une ou deux trachées courtes et légèrement globuleuses qu'enveloppent quelques fibres peu allongées et peu sclérifiées.

*d.* Une assise *postérieure*,  $E_p$ , de petites cellules *épidermiques* à parois minces. Cette assise porte de nombreux stomates, *st*, qui



sont au niveau de la surface épidermique. Vus de face, ces stomates ne montrent pas d'orientation spéciale, fig. 16, pl. x, et chacun d'eux s'appuie à 3 parois radiales dont la position permet de reconnaître qu'ils se sont formés par cloisonnement oblique. Les parois latérales de cet épiderme sont plus ondulées que celle de l'épiderme supérieur.

Il existe du tannin dans tout le mésophylle de la feuille du *G. augusta*. Les prismes coudés d'oxalate de chaux sont nombreux dans l'épiderme inférieur et dans le parenchyme lacuneux, principalement dans l'assise cellulaire contiguë à la gaine des faisceaux. On en trouve également quelques-uns dans l'épiderme supérieur.

2. Les tissus que rencontre une section transversale marginale du limbe diffèrent à peine de ceux de la section moyenne. Toutefois la paroi externe des cellules épidermiques y est un peu plus épaisse : le mésophylle sous-jacent est un peu moins lacuneux et à cellules plus petites.

Chacune des dents marginales reçoit une petite terminaison libéro-ligneuse en ampoule analogue à celle de la dent terminale.

#### b. Structure de la Feuille des autres Lécythidacées comparée à celle de *Gustavia augusta* (1).

LÉCYTHIDÉES. — *Épiderme supérieur*. — L'épiderme de la face supérieure des feuilles des Lécythidées étudiées est presque toujours

(1) Chez tous les *Gustavia* étudiés la feuille rappelle à peu près, avec une taille différente, la forme et la dentelure marginale de la feuille de *Gustavia augusta* ; celle de *G. Marcgraviana* MIERS est nettement sessile. De toutes les Lécythidacées ce sont les Barringtoniées, dont la forme des feuilles rappelle le plus celle des *Gustavia*, mais toutes ne sont pas dentelées sur les bords. Parmi les Lécythidées, les *Lecythis ollaria*, *L. lanceolata* et *Cariniana brasiliensis* nous ont seuls montré une forme de feuille analogue. Chez les autres espèces les feuilles sont pétiolées et plus ou moins ovales-lancéolées ; leurs bords sont à peu près rectilignes ; la limite entre le pétiole et le limbe y est en général assez brusque. La taille des feuilles de Lécythidacées est excessivement variable, depuis celle de *Cariniana brasiliensis*, dont la longueur est de 0,05<sup>c</sup> jusqu'à celle de *Gustavia pulchra*, qui peut atteindre jusqu'à 0,35<sup>c</sup> de long. Dans tous les cas, la ner-

recouvert d'une paroi superficielle épaisse. Cet épiderme vu de face se montre formé de cellules régulièrement rectangulaires ou hexagonales, dont les parois latérales sont rectilignes et faiblement épaissies, sauf chez *Lecythis ollaria* et *Cariniana brasiliensis* chez lesquels elles sont, comme celles de *Gustavia augusta*, légèrement ondulées. *Lecythis lanceolata* et *G. augusta* sont les deux seules espèces chez lesquelles nous ayons observé quelques rares stomates à la face supérieure du limbe; dans la dernière espèce ils sont localisés sur la nervure médiane. Les cellules de l'épiderme antérieur d'*Eschweilera parviflora* sont généralement divisées par une cloison parallèle à la surface, fig. 29, pl. XI. Chez *Chytroma Idatimon* cet épiderme renferme de nombreuses cellules cristalligènes, surtout en face des petites nervures. Les poils n'existent à la face supérieure des feuilles que chez un petit nombre de Lécythidées; encore y sont-ils localisés sur le pétiole et les plus grosses nervures. Ce sont, ou bien de petits mamelons (*Chytroma Idatimon*, *Eschweilera corrugata*), ou bien des poils semblables à ceux de *Gustavia augusta* (*Lecythis ollaria*, *Cariniana brasiliensis*, *Bertholletia excelsa*). La feuille de *Lecythis lanceolata* porte, comme sa tige, deux sortes de poils les uns courts et pointus, les autres plus allongés, à parois minces et divisés par une ou deux cloisons transversales. *Lecythopsis rufescens* est la seule espèce chez laquelle nous ayons observé des poils, peu nombreux d'ailleurs, en dehors des nervures. Ces poils, dont les parois sont minces, sont tous recloisonnés transversalement et glandulaires; ils sont de plus généralement groupés en paquets de 2 à 8. Ces paquets résultent du recloisonnement longitudinal et transversal de certaines cellules épidermiques et de l'allongement des cellules filles superficielles, fig. 25, pl. XI.

*Parenchyme fondamental du Pétiole et des Nervures.* — Chez presque toutes les Lécythidées (sauf les *Gustavia*), l'assise sous-épidermique du pétiole devient le siège d'un recloisonnement tangentiel

vation est pennée. Ces feuilles paraissent généralement glabres; cependant celle de *Lecythopsis rufescens* est veloutée-brune à sa face inférieure; beaucoup d'entre elles sont légèrement coriaces. Très souvent, la base de leur pétiole porte un bourrelet plissé transversalement.

intense, *Zcf.* fig. 33, pl. XII, dont les produits sont tous intérieurs. Il en résulte entre l'épiderme et le tissu fondamental primaire une couronne plus ou moins épaisse de tissu fondamental *secondaire*,  $Tf_2$ , dans lequel les cellules sont disposées en longues files radiales. En outre, il arrive fréquemment que certaines files radiales de ce tissu sont entièrement cristalligènes ou tannifères, tandis que leurs voisines sont dépourvues de cristaux et de tannin.

Le parenchyme sous-épidermique du pétiole, qu'il soit primaire ou secondaire, est quelquefois collenchymateux (*Gustavia Marcgraaviana*, *Cariniana brasiliensis*). Mais c'est surtout dans la nervure médiane que se produit cette différenciation du tissu sous-épidermique : elle est très accentuée chez *Lecythis racemiflora*. Chez *Couratari guianensis*, le collenchyme est remplacé sur les deux faces de la nervure par de nombreuses sclérites cylindriques que séparent soit des méats angulaires, soit des cellules à parois minces, fig. 28, pl. XI.

Fréquemment la gaine scléreuse des faisceaux libéro-ligneux qui circulent dans la région internervulaire du limbe, est reliée aux deux épidermes par des sclérites du tissu fondamental, fig. 29. Dans ce cas le faisceau semble, sur une section transversale, s'étendre d'un épiderme à l'autre.

Le pétiole et la nervure médiane de *Couratari guianensis*, fig. 4, pg. 348 et de *Lecythis racemiflora* renferment, entre le faisceau principal médian et les faisceaux antérieurs, un canal glandulaire (?), *Cg*, semblable à celui de la moelle dans la tige des mêmes espèces. Le pétiole de *Bertholletia excelsa* en possède trois, un contre la face antérieure de chacun des trois plus gros faisceaux principaux. Chez d'autres Lécythidées (*Chytroma Idatimon*, *Eschweilera parviflora*, *E. subglandulosa*, *E. longipes*), le tissu fondamental interfasciculaire du pétiole est fortement lacuneux.

*Mésophylle.* — Le parenchyme en palissade est nettement caractérisé dans toutes les espèces, mais tantôt il est formé de cellules relativement larges comme chez *Gustavia augusta* (*Gustavia pterocarpa*, *Bertholletia excelsa*, *Cariniana brasiliensis*, *Lecythis ollaria*), tantôt au contraire, ses cellules sont minces et allongées (cas le plus général). Cette assise est recloisonnée transversalement



d'une façon plus ou moins régulière chez *Gustavia Marcgraaviana*, *Lecythis lanceolata*, *Eschweilera longipes*, fig. 30, pl. XI, et surtout *E. subglandulosa*.

Le parenchyme lacuneux est d'importance et de structure très variables. Il comprend 3 assises seulement chez *Lecythis ollaria*, 5 chez *Gustavia Marcgraaviana*, *Couratari guianensis*, *Lecythis lanceolata*, 6 chez *Eschweilera Luschnathii* et même 7 chez *E. longipes*. Celui de *Lecythopsis rufescens* et surtout celui de *Cariniana brasiliensis* sont presque entièrement transformés en parenchyme en palissade. Ailleurs c'est seulement l'assise sous-épidermique inférieure qui se transforme en une assise palissadique mal caractérisée (*E. longipes*, fig. 30, pl. XI, *E. subglandulosa*, *E. Luschnathii*). Le mésophylle d'*E. longipes*, fig. 30, est alternativement formé, dans le voisinage de la face inférieure, de couches herbacées, dont les parois sont minces et de couches dépourvues de chlorophylle, dont les parois sont légèrement sclérifiées, *Ascl*; toutes les cellules de cette région sont, comme chez *G. augusta*, rameuses parallèlement à la surface du limbe. On trouve encore cette disposition chez *Gustavia Marcgraaviana* et *Lecythis ollaria*.

*Faisceaux libéro-ligneux*. — *α. Pétiole*. Sur la section pétioleaire de toutes les Lécythidées étudiées, la structure générale des faisceaux, la forme de la gaine, la nature des éléments libériens et ligneux rappellent à peu près celles que nous avons décrites chez *Gustavia augusta* ou dans la tige des mêmes espèces. Le nombre et la taille des faisceaux subissent seuls des variations plus ou moins importantes, sur lesquelles nous aurons à revenir lors de l'étude spéciale du système libéro-ligneux foliaire. Disons cependant dès maintenant que chez les Eulécythidées, 1° les faisceaux postérieurs manquent toujours, 2° les faisceaux antérieurs, beaucoup moins nombreux que ceux de *G. augusta*, sont habituellement plus ou moins réunis en une seule bande libéro-ligneuse antérieure.

Le faisceau principal médian du *Couratari guianensis* est simplement convexe, ses voisins immédiats étant concentriques (B), fig. 4, pg. 348. Les gros faisceaux principaux de *Bertholletia excelsa* sont larges, convexes et ont leurs bords légèrement incurvés vers l'intérieur. Parmi les autres Lécythidées, il n'y en a que quelques-



unes chez lesquelles les gros faisceaux du pétiole soient annulaires (*Eschweilera subglandulosa*, *E. Luschnathii*, *Lecythopsis rufescens*). Le plus souvent ces gros faisceaux sont simplement très larges et légèrement convexes (*Eschweilera longipes*, *Lecythis corrugata*, *Chytroma Idatimon*). Ceux de *Cariniana brasiliensis* sont beaucoup moins larges que les précédents. Quant à ceux de *Lecythis ollaria* (B), fig. 6, pg. 357, et de *L. lanceolata*, ils sont étroits, leur masse ligneuse formant une sorte de coin dont la pointe est tournée vers la face antérieure du pétiole.

Le développement secondaire de ces faisceaux est aussi très inégal. C'est ainsi que chez *Lecythis racemiflora* le bois n'est représenté que par des lames trachéennes, continuées par de petites lames vasculaires, tandis que chez *Lecythis corrugata* et *Chytroma Idatimon* les lames vasculaires sont accompagnées d'une masse fibreuse épaisse. De même le liber secondaire peut quelquefois être stratifié; on y distingue alors soit une (*Eschweilera subglandulosa*), soit deux (*E. longipes*) bandes fibreuses concentriques. Les éléments vasculaires et les éléments libériens sont généralement plus grêles chez les Lécythidées proprement dites que chez les *Gustavia*; il y a cependant exception pour *Chytroma Idatimon*, *Lecythis corrugata* et *Bertholletia excelsa*.

La gaine fibreuse des faisceaux existe chez toutes les Lécythidées, mais elle est généralement moins épaisse que celle de *Gustavia augusta*. Par exception on n'en trouve de trace chez *Lecythis racemiflora* qu'autour des petits faisceaux marginaux du système foliaire. Cette gaine est également peu développée dans la feuille de *Bertholletia excelsa*. Dans presque tous les cas elle est beaucoup moins épaisse, et peut même manquer, sur le bord des faisceaux qui est compris à l'intérieur du système foliaire. Elle est au contraire puissante sur la face antérieure des faisceaux antérieurs, sur la face postérieure des faisceaux postérieurs et surtout autour des petits faisceaux marginaux. Tantôt c'est contre la face postérieure du système qu'elle est plus développée (*Eschweilera subglandulosa*, *E. Luschnathii*, *Lecythopsis rufescens*), tantôt c'est au contraire contre sa face antérieure (*Lecythis corrugata*, *Couratari guianensis*, *Bertholletia excelsa*). Chez ces deux dernières espèces la gaine fibreuse renferme des îlots libériens à parois minces et

rappelle ainsi le liber interne de *Calothamnus quadrifida* et de *Fabricia laevigata* (1).

β. *Limbe*. Lorsqu'on monte du pétiole vers le sommet du limbe, on voit très généralement la gaine fibreuse s'accroître un peu dans la base de la nervure principale, puis diminuer graduellement d'épaisseur en approchant du sommet du limbe.

Les faisceaux qui circulent à l'intérieur de la région lamelleuse du limbe sont, chez les Lécythidées comme chez *Gustavia augusta*, enveloppés par une gaine fibreuse, et nous avons indiqué précédemment que dans certains cas cette gaine peut être renforcée par des éléments scléreux issus du tissu fondamental, fig. 29. Quelquefois cependant, les dernières ramifications libéro-ligneuses sont à peu près dépourvues de fibres (*Chytroma Idatimon*, *Cariniana brasiliensis*, *Lecythis ollaria*). Les éléments des terminaisons libéro-ligneuses libres que l'on trouve dans la région profonde du parenchyme lacuneux ne sont faiblement globuleux et trachéiformes, comme ceux de *G. augusta*, que chez *Lecythis ollaria*, *L. lanceolata*, *Cariniana brasiliensis*. Chez presque toutes les autres espèces, ces éléments sont remarquablement larges et à parois à peu près lisses, *fd*, fig. 30, pl. xi; leur diamètre peut atteindre 0<sup>mm</sup> 03 chez *Couratari guianensis*, et même près de 0<sup>mm</sup> 06 chez *Eschweilera longipes*. Les faisceaux qui circulent contre le bord du limbe sont souvent entièrement scléreux, *Ff*, fig. 35, pl. xii.

*Épiderme inférieure*. — Les cellules de la face inférieure de la feuille des Lécythidées sont plus petites que celles de la face supérieure. Leur paroi externe est quelquefois mince, et leurs parois latérales plus ou moins ondulées (*Gustavia Marcgraaviana*, *Lecythis ollaria*, *L. lanceolata*). Le plus souvent la paroi externe est notablement épaissie et les parois latérales sont rectilignes. Les stomates se trouvent au niveau de la surface épidermique; vus de face, tantôt ils s'appuient sur trois parois radiales comme ceux de *Gustavia augusta*, fig. 16, pl. x (*G. Marcgraaviana*, *G. pterocarpa*, *Cariniana brasiliensis*), tantôt, et c'est là le cas général, ils touchent par leurs extrémités deux cloisons épidermiques *paral-*

(1) *Loc. cit.*, p. 399.

lèles, fig. 26, pl. XI. Rarement les stomates s'appuient sur 7 à 8 parois radiales (*Lecythis corrugata*, *Eschweilera subglandulosa*). Les cellules de l'épiderme inférieur sont fréquemment cristalligènes, surtout en face des petites nervures. Dans la plupart des espèces, la face inférieure de la feuille est entièrement glabre; chez *Chytroma Idatimon*, *Lecythis corrugata*, *L. ollaria*, *Car. brasiliensis*, *Bertholletia excelsa*, il existe quelques poils rares, courts et rigides, localisés sur les grosses nervures; chez *Lecythis lanceolata* les mêmes régions portent, comme le pétiole, deux sortes de poils. Seul, *Lecythopsis rufescens* a la face inférieure de sa feuille couverte de poils unisériés et réunis en paquets, en un mot, semblables à ceux que nous avons décrits sur la face supérieure, mais beaucoup plus nombreux. Les cellules épidermiques inférieures qui sont situées près du bord de la feuille de *Couatari guianensis* et de *Lecythis racemiflora*, forment de petites papilles arrondies, à extrémité sclérifiée, (B), fig. 24, pl. XI; sur le reste du limbe les cellules se transforment également en papilles, mais à extrémité fortement plissée, (A), fig. 24.

*Bord du Limbe.* — L'épiderme du bord du limbe est généralement caractérisé par des cellules plus étroites, plus allongées radialement et dont la paroi extérieure est plus épaisse, fig. 35, pl. XII. Sous l'épiderme, le mésophylle est représenté par des cellules petites plus ou moins collenchymateuses.

BARRINGTONIÉES. — *Épiderme.* — Les cellules épidermiques des Barringtoniées sont en général assez petites, celles de la face supérieure du limbe étant un peu plus larges que celles de la face inférieure, fig. 55, pl. XIII; chez *Barringtonia caffra* la taille de ces dernières est sensiblement plus grande. La paroi superficielle est un peu plus épaisse sur la face supérieure du limbe; elle est couverte de plis cuticulaires fins et parallèles; ces derniers manquent cependant chez quelques espèces (*Barringtonia intermedia*, *B. acutangula*, *B. speciosa*, *Stravadium integrifolium* MONTR. *S. album*). Les parois latérales de cet épiderme sont d'ordinaire faiblement ondulées; quelquefois ces ondulations deviennent très fortes (*Stravadium insigne*); d'autres fois elles manquent complètement (*Fœtidia mau-*



*ritiana*, *Barringtonia* sp.). Par exception, la feuille de *F. mauritiana* porte quelques stomates à sa face supérieure et il s'en trouve un grand nombre chez *B. acutangula*, moins cependant que sur la face inférieure du limbe. Très rarement l'épiderme supérieur peut être dédoublé (*Barringtonia* sp.).

La paroi superficielle de l'épiderme inférieur n'est que rarement épaisse (*F. mauritiana*, *Barringtonia* sp.); elle peut cependant porter de petits plis cuticulaires semblables à ceux de la face supérieure de la feuille (*B. acutangula*, *Botryoropsis luzonensis*). Les parois latérales de cet épiderme sont parfois ondulées; rarement elles sont épaisses (*F. mauritiana*). La face inférieure des feuilles de Barringtoniées porte toujours des stomates, mais leur abondance est variable; excessivement nombreux et serrés chez *B. macrocarpa* et *B. intermedia*, ils sont espacés chez *F. mauritiana*. Dans tous les cas leur mode de formation est le même. A l'intérieur d'une cellule mère, vue de face, apparaissent successivement 3 cloisons obliques l'une sur l'autre; ces cloisons limitent 3 cellules extérieures (cellules annexes) et une cellule intérieure triangulaire, (cellule mère des cellules stomatiques). Dans cette dernière la paroi ostiolifère se forme à peu près parallèlement à la dernière cloison oblique. Les cellules annexes ne se recloisonnent jamais ultérieurement. La forme et surtout la taille des stomates varie un peu suivant les espèces. La position des cellules stomatiques par rapport à la surface est la même que dans la feuille de *Gustavia augusta*.

Chez aucune Barringtoniée le limbe ne nous a montré de poils en dehors des nervures saillantes, sauf cependant chez *Stravadium insigne* dont l'épiderme inférieure porte par places des cellules légèrement papilliformes.

*Parenchyme fondamental du Pétiole et des Nervures.* — De même que chez les Lécythidées, il se produit, sous l'épiderme du pétiole et de la base de la nervure principale, un tissu secondaire qui sépare cet épiderme du tissu fondamental primaire dans lequel sont distribués les faisceaux libéro-ligneux, et ce tissu secondaire est également dû au recloisonnement de l'assise sous-épidermique. Toutefois il est ordinairement moins développé que celui des Lécy-



thidées, surtout contre la face inférieure de la feuille, où il peut même manquer. Le tissu fondamental primaire est relativement plus abondant que chez les Lécythidées.

Le parenchyme fondamental primaire renferme souvent d'abondantes *macles* d'oxalate de chaux. Le tannin y est toujours localisé dans des cellules spéciales. Il semble manquer dans le pétiole et surtout dans les nervures de quelques espèces. Chez d'autres les cellules tannifères sont elles-mêmes localisées, soit dans le tissu fondamental primaire (*Barringtonia acutangula*), soit dans le tissu secondaire (*F. mauritiana*). La zone externe du tissu fondamental est souvent collenchymateuse, tandis que celle qui est contiguë aux faisceaux peut être un peu herbacée, mais ordinairement la caractérisation de ces zones est beaucoup moins accusée que chez les Lécythidées. Dans nos échantillons frais nous avons souvent observé une assise amylofère bien caractérisée enveloppant *complètement* chacun des faisceaux.

*Mésophylle*, fig. 55, pl. XIII.— Dans la plupart des Barringtoniées, le mésophylle comprend 1 assise de parenchyme en palissade sous l'épiderme supérieur et 7 à 10 assises de parenchyme lacuneux. Le parenchyme en palissade est habituellement assez bien caractérisé par l'allongement de ses cellules. Dans le parenchyme lacuneux, les éléments sont de taille variable suivant les espèces, mais à peu près toujours ramifiés parallèlement aux faces du limbe. Chez aucune Barringtoniée nous n'avons rencontré, comme chez quelques Lécythidées, de sclérification du mésophylle au contact de la gaine scléreuse des faisceaux.

La structure des feuilles de quelques espèces est un peu différente de celle que nous venons de décrire. Chez *F. mauritiana* et *Barringtonia racemosa* il peut exister une assise d'hypoderme aquifère entre l'épiderme et le parenchyme en palissade. Ce dernier tissu n'est, chez *Str. insigne*, formé que de cellules courtes, quoique étroites, et c'est surtout l'abondance de la chlorophille qui le caractérise. De même le parenchyme en palissade de *B. neo-caledonica* est composé de 2 assises de cellules courtes, mal caractérisées; celui de *B. racemosa* en contient 2 à 3. Mais la feuille qui s'éloigne le plus du type normal est celle de *F. mauritiana*. En effet, sous

l'hypoderme aquifère, tout le mésophylle y est représenté par des cellules étirées perpendiculairement aux faces. Les cellules supérieures sont très allongées, les cellules inférieures le sont moins, et il y a passage insensible des unes aux autres. Le parenchyme en palissade comprend plus spécialement 3 assises de cellules qui occupent la moitié de l'épaisseur du limbe. En outre, le tannin est abondamment répandu dans presque toutes les cellules.

*Faisceaux libéro-ligneux.* — Une section transversale pratiquée dans le pétiole ou dans la base de la nervure médiane d'une Barringtoniée montre toujours, de même que celle des Lécythidées, un grand nombre de faisceaux *isolés au milieu du tissu fondamental* et rangés sur plusieurs arcs concentriques (B) fig. 8, pg. 359. Cependant, lorsqu'on vient à les comparer l'une à l'autre, on y remarque des différences qui empêchent de les confondre. Chez les Barringtoniées les faisceaux sont en général plus petits et plus isolés les uns des autres; ils sont en outre distribués d'une façon un peu différente. Dans le rang principal, ils sont à peu près en même nombre que chez les Lécythidées, mais le médian est sensiblement plus gros *relativement aux latéraux*, ces derniers étant plus petits que les faisceaux correspondants des Lécythidées. Les faisceaux des rangs antérieurs sont moins nombreux que ceux de *Gustavia augusta*. Ils peuvent cependant être distribués sur deux ou plusieurs rangs et ne sont jamais réunis en une bande antérieure, comme ceux de la plupart des Lécythidées; ils sont aussi plus petits. Quant aux faisceaux postérieurs, ils existent toujours (sauf cependant chez *Barringtonia sp.*), ce qui distingue de suite la section de celle de la plupart des Lécythidées; en outre ils ont toujours une orientation *renversée*, leur bois étant extérieur et leur liber intérieur, fig. 40, pl. XII, ce qui distingue la section de celle des *Gustavia*.

Les faisceaux antérieurs et postérieurs sont habituellement *étroits*. Les gros faisceaux du rang principal sont *arqués* ou *en éventail* et non annulaires ou concentriques, comme cela arrive très souvent chez les Lécythidées. Quelquefois cependant le faisceau médian, qui est de beaucoup le plus large de tous, peut être suffisamment arqué pour être dit semi-annulaire.

Le bois des faisceaux est sensiblement moins fibreux que chez

les Lécythidées et ses fibres sont moins sclérifiées. Il est surtout formé de trachées et de petits vaisseaux distribués en files radiales régulières. La gaine scléreuse enveloppante est aussi beaucoup moins développée et moins caractérisée que chez les Lécythidées — souvent elle manque totalement, au moins dans la base de la feuille —. La structure des fibres de cette gaine, de même d'ailleurs que celle des autres éléments des faisceaux, présente des variations spécifiques rappelant celles que nous avons décrites à propos de la tige. Le liber renferme habituellement des cellules tannifères; jamais nous n'y avons observé de stratification.

Lorsqu'on suit le système libéro-ligneux en montant dans la nervure médiane on remarque tout d'abord que les faisceaux du rang principal tendent à se serrer de plus en plus les uns contre les autres et même à se réunir les uns aux autres. Il en résulte que leur nombre diminue. En même temps les faisceaux restants prennent fréquemment la structure *annulaire* ou concentrique qu'ils n'avaient pas dans le pétiole, ou, du moins, celle de faisceaux convexes munis d'une bande libéro-ligneuse antérieure à orientation renversée (1). Le nombre des faisceaux antérieurs peut augmenter dans la base de la nervure médiane; plus haut ils se serrent davantage les uns contre les autres en même temps que leur nombre diminue; ils ne deviennent habituellement ni annulaires ni concentriques. Le nombre des faisceaux postérieurs peut également augmenter dans la base de la nervure médiane, mais ce qui les caractérise surtout, c'est que tout en se rapprochant peu à peu les uns des autres, ils semblent cependant conserver une autonomie plus grande que ceux des rangs principal et antérieurs. D'ailleurs, les faisceaux antérieurs et postérieurs manquent dans la partie supérieure de la nervure, les derniers *subsistant plus haut* que les premiers.

La distribution des faisceaux dans les grosses nervures secondaires ressemble à celle dans la moitié supérieure de la nervure médiane. Les plus grosses d'entre ces nervures peuvent encore renfermer des faisceaux postérieurs. Dans celles de moins en moins

(1) Si l'on n'était, dans ce cas, guidé par la présence de faisceaux postérieurs à orientation renversée, on pourrait souvent confondre la section d'une *Barringtoniée* avec celle d'une *Lécythidée*.



fortes, il n'existe qu'un seul faisceau libéro-ligneux qui se ramifie à la façon habituelle.

La gaine fibreuse est mieux caractérisée et relativement plus puissante dans les nervures que dans le pétiole, ou plutôt que dans la base de la feuille. C'est ordinairement autour des faisceaux antérieurs qu'elle est le mieux caractérisée; dans quelques cas même ces derniers ne sont représentés que par de larges paquets de fibres.

Les mailles de la nervation des feuilles de *Barringtoniées* renferment, de même que celles des *Lécythidées*, des terminaisons libres et grêles du système libéro-ligneux. Ces ramifications sont représentées tantôt par des trachées courtes, tantôt par des fibres. Trachées ou fibres, ces éléments ne sont jamais bien larges et leur diamètre n'atteint jamais la taille de ceux de quelques *Lécythidées*.

NAPOLÉONÉES. — *Épiderme*. — Chez les *Napoleona*, les cellules épidermiques des deux faces de la feuille sont de petite taille; chez *Asteranthos brasiliensis*, celles de la face supérieure sont un peu plus allongées perpendiculairement à la surface. Les parois latérales sont toutes fortement ondulées chez le premier, elles sont toutes planes chez le second. Sur le pétiole et les grosses nervures d'*A. brasiliensis*, la paroi externe des cellules épidermiques est fortement bombée, très épaisse et ressemble à celle de la tige; la même disposition se retrouve, quoique moins accentuée, dans l'épiderme inférieur du limbe de cette espèce; dans l'épiderme supérieur la paroi externe est encore épaisse mais elle est plane. Chez *Napoleona*, la paroi épidermique externe est plane sur les deux faces du limbe et, en outre, elle reste relativement mince.

Les stomates, très nombreux dans l'épiderme inférieur de la feuille d'*A. brasiliensis*, sont beaucoup plus espacés chez *Napoleona*. Dans les deux cas, les cellules stomatiques sont peu différentes de celles de *Gustavia augusta*. Vus de face ces stomates se montrent sans orientation générale. Ils se forment par apparition successive de 3 parois latérales obliques les unes sur les autres, de même que ceux de *Gustavia* et des *Barringtoniées*. Aucune des parois qui concourent ainsi à la formation des stomates de *Napoleona* ne devient ondulée comme les autres parois latérales de l'épiderme.

Les jeunes feuilles de *Napoleona* possèdent des stomates précoces



en outre des stomates ordinaires. En effet, alors que ces derniers ne sont encore représentés que par 1 ou 2 cloisons obliques, c'est-à-dire alors qu'ils sont encore en train de se former, on en voit d'autres qui sont déjà complètement différenciés. Ceux-ci sont très gros, excessivement éloignés les uns des autres et par suite peu nombreux : ils se sont d'ailleurs formés suivant le même mode que les stomates ordinaires. Entre l'état de différenciation des stomates précoces et celui des stomates ordinaires, il n'existe pas de stades de transition.

Au bord du limbe l'épiderme est formé de cellules un peu plus étroites qu'ailleurs et dont les parois sont plus épaisses, surtout chez *Asteranthos*, fig. 53, pl. xiii.

L'épiderme de la feuille des Napoléonées ne nous a jamais montré de poils même rudimentaires.

*Parenchyme fondamental du Pétiole et des Nervures.* — Chez les Napoléonées de même que chez les Lécythidées, il existe sous l'épiderme du pétiole une couronne de tissu secondaire produite par le reclouonnement de l'assise sous-épidermique. Cette couronne se continue dans la base de la nervure médiane par une bande de tissu secondaire antérieure et une bande postérieure.

Le parenchyme de la face inférieure du pétiole et de la nervure médiane est très faiblement collenchymateux.

L'oxalate de chaux se montre fréquemment dans les nervures des Napoléonées. Il est cristallisé en prismes.

*Mésophylle.* — Le mésophylle des *Napoleona* comprend une dizaine d'assises cellulaires dont les 2 supérieures forment le parenchyme en palissade. Ce dernier est d'ailleurs mal caractérisé ; les cellules y sont à peine modifiées et c'est plutôt l'abondance de la chlorophylle qui les différencie que leur forme. Les autres assises du mésophylle constituent un parenchyme lacuneux dont les cellules ne sont rameuses que parallèlement aux faces du limbe. Jamais ce tissu ne fournit d'éléments scléreux contre les terminaisons libéroligneuses.

Chez *A. brasiliensis* le mésophylle est très différent ; il comprend

au plus 7 assises dont les cellules sont légèrement allongées perpendiculairement à la surface. Mais ce qui distingue surtout la feuille de cette espèce, ce sont de nombreuses fibres qui s'entrecroisent dans tous les sens, soit isolément, soit par petits paquets, fig. 53 et 54, pl. XIII. On les observe dans tout le mésophylle et quelquefois elles le traversent d'un épiderme à l'autre. Une telle dispersion fibreuse rappelle beaucoup celle de *Memecylon clausiflorum* et de *Jambosa vulgaris* (1).

*Faisceaux libéro-ligneux.* — Sur une section transversale pratiquée à la base d'un pétiole de Napoléonée, tous les faisceaux sont rangés sur un seul arc, B, fig. 10, pg. 367. Le médian est très gros, les latéraux beaucoup plus petits. Chez les *Napoleona* le faisceau médian est *annulaire*, la moitié antérieure de son anneau n'étant à peu près composée que de liber, au moins pendant la période primaire. Lorsqu'on monte le long de la nervure médiane, on voit cet anneau s'aplatir perpendiculairement au plan foliaire et dès lors le faisceau ressemble assez à un faisceau *bicollatéral*, fig. 43, pl. XIII (2).

Le faisceau médian du pétiole d'*Asteranthos* est simplement arqué; aussi ne possède-t-il pas de liber interne dans la nervure médiane.

Les tissus libéro-ligneux des faisceaux du pétiole ressemblent à ceux des faisceaux foliaires de la tige; toutefois, le tissu scléreux y fait totalement défaut. Le diamètre des éléments ligneux et libériens diminue à mesure qu'on monte dans la feuille. En même temps le tissu scléreux réapparaît dans la partie supérieure du pétiole et, dans la nervure médiane, il est représenté par un arc antérieur et un arc postérieur. Le faisceau d'*A. brasiliensis* renferme en outre une ou deux strates fibreuses dans le liber secondaire. Le tissu fibreux primaire se retrouve dans tous les faisceaux des nervures et du limbe.

Les terminaisons libéro-ligneuses de *Napoleona* sont représentées

(1) O. LIGNIER (*loc. cit.*, pp. 322 et 412, Pl. XIV, fig. 6).

(2) Peut-être est-ce là une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion que nous avons émise antérieurement (*l. c.*, p. 349) relativement aux Mélastomacées et aux Myrtacées, opinion d'après laquelle le liber interne de leurs faisceaux bicollatéraux serait dû à un élargissement de ces faisceaux accompagné de recourbement de leurs bords?

par des fibres isolées ou réunies à 2 ou 3 (1) ; celles-ci sont larges et peu allongées ; leurs parois portent souvent des boutonnières soit simples, soit en croix. Ces fibres ne confinent jamais à des méats ; toujours leur surface est recouverte par des cellules du mésophylle semblables à celles du parenchyme lacuneux, mais dont la face libre est seule rameuse.

*Glandes basilaires du limbe.* — Il existe à la base du limbe des *Napoleona*, de chaque côté de la nervure médiane, *G*, fig. 47, pl. xiii, une glande elliptique ayant au plus 1<sup>mm</sup> de diamètre suivant son grand axe. Cette glande est située à la face inférieure du limbe, mais elle correspond quelquefois à un petit mamelonnement de la face supérieure. Vu de face l'épiderme de la glande diffère de celui des régions voisines par l'excessive petitesse de ses cellules et par l'absence complète de stomates. En section transversale les cellules épidermiques sont très allongées, très grêles et gorgées d'un protoplasme très dense avec noyau bien apparent fig. 44. Leurs parois latérales sont très minces ; la paroi superficielle de la glande est au contraire un peu plus épaisse qu'ailleurs et d'aspect légèrement gommeux, cependant elle ne montre pas les réactions de la gomme. Cet épiderme si spécial recouvre un massif épais de cellules bien différentes de celles du parenchyme lacuneux. Les cellules y sont petites, sans méats, pourvues d'un protoplasme abondant, dépourvues de chlorophylle, et semblent provenir d'un recloisonnement opéré en tous sens dans le mésophylle primaire. Cependant, vues en masse, ces cellules sont orientées de telle sorte que le massif glandulaire semble dû à l'épanouissement des cordons libéro-ligneux qui y aboutissent. D'ailleurs, aucune des cellules de ce massif ne montre de trace de différenciation soit libérienne, soit ligneuse (2).

Ces glandes sont probablement destinées à ne fonctionner que sur la jeune feuille, car c'est là seulement que nous les avons ren-

(1) Ces fibres semblent bien différentes de celles d'*A. brasiliensis*. D'abord elles sont beaucoup plus larges ; elles peuvent être ponctuées, quelquefois accompagnées partiellement d'une trachée. Ensuite elles sont toujours comprises dans les espaces interfasciculaires.

(2) Nous n'avons observé de glandes semblables ni chez les Lécythidées, ni chez les Barringtoniées

contrées en bon état. Sur les feuilles adultes elles sont abimées et souvent même isolées par un liège en coupelle.

Quelle est la signification de ces glandes ? Quel est leur rôle ? Il ne nous est pas possible de le dire encore, mais nous nous proposons de chercher à élucider cette question. Remarquons cependant, dès maintenant, que la structure de ces appareils des feuilles des *Napoleona* ressemble beaucoup à celle des *glandes proprement dites extérieures* que MARTINET (1) signale chez les Rosacées, les Passiflorées, les Euphorbiacées, etc.

Ce sont assurément ces mêmes glandes, mais probablement plus développées, qu'ADR. DE JUSSIEU (2) signale sur les bractées florales. On trouve, dit-il, sur le pédoncule floral « des bractées écailleuses, imbriquées sur un double rang, presque orbiculaires, et remarquables chacune par deux glandes linéaires imprimées à leur surface, rapprochées de leur base et parallèles à leur bord. »

### § III. — Structure du Système libéro-ligneux foliaire.

#### A. — *a. Gustavia augusta* (3).

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section transversale du Pétiole.* — Les faisceaux libéro-ligneux de la section transversale du pétiole de *G. augusta* sont distribués sur quatre rangs concentriques parmi lesquels on distingue (B), fig. 1 :

(1) MARTINET, Organes de Sécrétion des végétaux (*Ann. des Sc. nat.*, 5<sup>e</sup> sér., T. 14, 1872). — Nous avons observé sur les feuilles de *Cerasus laurocerasus* des glandes dont la position, la forme et la structure nous ont paru présenter une similitude presque complète avec celles des *Napoleona*.

(2) ADR. DE JUSSIEU, Note sur le genre *Napoleona* (*Ann. des Sc. nat.*, 3<sup>e</sup> sér., T. 2, 1844).

(3) Sur le rameau décrit les feuilles étaient distribuées suivant le cycle sénestre  $\frac{2}{5}$  : aussi pour faciliter les explications relatives au parcours des faisceaux, supposons-nous que la feuille étudiée est une certaine feuille VI, c'est-à-dire la première feuille d'un second cycle  $\frac{2}{5}$ .





Les faisceaux des deux arcs antérieurs sont en nombre *pair* (1) et souvent ils alternent d'un arc à l'autre. Comme dans l'arc principal, leur taille respective diminue graduellement du milieu de la section vers ses bords. En outre, la convexité de ces deux arcs est telle que leurs bords aboutissent aux bords de l'arc médian.

Étant obligé, pour suivre le programme que nous nous sommes tracé, de montrer ultérieurement le trajet, dans la feuille et dans la tige, de chacun des faisceaux que rencontre la section transversale du pétiole, nous sommes amené, pour éviter toute confusion, à donner dès maintenant à chaque faisceau une dénomination spéciale. Nous appellerons :

VI<sub>4g</sub>, VI<sub>3g</sub>, VI<sub>2g</sub>, VI<sub>1g</sub>, VI, VI<sub>1d</sub>, VI<sub>2d</sub>, VI<sub>3d</sub>, VI<sub>4d</sub> (2), ceux du rang principal, comptés de gauche à droite ;

(1) Fréquemment les faisceaux qui, dans chaque rang, sont les plus rapprochés du plan de symétrie du pétiole, se fusionnent deux à deux dans ce plan. Le nombre des faisceaux de chaque rang semble alors être impair.

(2) Nous aurions pu dénommer chacun de ces nombreux faisceaux par une lettre ou un chiffre sans nous préoccuper de sa position. De cette façon chaque notation prise en particulier eût été plus simple, mais, par contre, il eût fallu constamment recourir au dessin de la section du pétiole pour se rendre compte de la position relative du faisceau décrit. En outre, il eût été très difficile d'indiquer d'une façon simple les rapports si compliqués que contractent entre eux les systèmes foliaires d'une même tige et surtout de comparer entre eux les systèmes foliaires des différentes Lécythidées. Pour ces diverses raisons nous avons adopté de préférence une notation, qui pour être de prime abord un peu plus compliquée, a du moins le grand avantage d'indiquer toujours *par elle-même et sans qu'il soit besoin de recourir à la figure*, la position de chaque faisceau dans le système libéro-ligneux foliaire. Elle rend ainsi très facile l'indication des rapports existant entre les systèmes foliaires successifs d'une même tige. Elle éclaire également la comparaison entre les systèmes foliaires des diverses Lécythidées.

Notre notation est basée sur les principes suivants :

1° Chaque faisceau est désigné par le N<sup>o</sup> de la feuille dans laquelle il sort, l'une des feuilles étant prise pour origine, les autres étant comptées successivement de bas en haut ;

2° Le N<sup>o</sup> des faisceaux que reçoit chaque feuille s'écrit de différentes façons, suivant le rang auquel appartient chacun de ces faisceaux sur une section transversale du pétiole.

Les faisceaux du rang *principal* sont désignés par des chiffres *romains* ;

Les faisceaux du rang *postérieur* sont désignés par des chiffres *italiques* ;

Les faisceaux des rangs *antérieurs* sont indiqués par des chiffres *arabes*. — Lorsqu'il y a plusieurs rangs antérieurs, la lettre du rang *primo-antérieur* est accompagnée du signe ', celle du rang *secondo-antérieur* par le signe '', etc.

Ainsi les faisceaux I, 1, 1 sortent dans la première feuille ; les faisceaux II, 2, 2 sortent dans la deuxième feuille, etc. :

3° L'indice 1, 2, 3, ... ajouté au chiffre précédent, indique la position relative

64g, 63g, 62g, 61g, 6m, 61d, 62d, 63d, 64d, ceux du rang postérieur ;

6'5g, 6'4g, 6'3g, 6'2g, 6'1g, 6'1d, 6'2d, 6'3d, 6'4d, 6'5d, ceux du rang primo-antérieur ;

6''4g, 6''3g, 6''2g, 6''1g, 6''1d, 6''2d, 6''3d, 6''4d, ceux du rang secundo-antérieur.

Le plan de symétrie de la section passe par les faisceaux 6 et VI et entre les faisceaux  $\underbrace{6'1g \ 6'1d}$  et  $\underbrace{6''1g \ 6''1d}$ .

*Distribution des faisceaux sur une section moyenne de l'entrenœud VI, (A), fig. 1.* —  $\alpha$ . La couronne libéro-ligneuse renferme 18 faisceaux qui sortent dans les feuilles VI, VII, VIII, IX, X, XI, immédiatement supérieures, chaque feuille recevant 3 faisceaux.

Ces faisceaux sont distribués dans l'ordre suivant, en tournant vers la gauche et à partir du faisceau VI (4) :

VI, IX1d, VI1g (2), IX, IX1g, VII1d, VII, X1d, VII1g, X, X1g, VIII1d, VIII, XI1d, VIII1g, VI1d, XI, XI1g (3).

occupée par le faisceau dans le rang auquel il appartient, cette position étant déterminée à partir du plan de symétrie du système foliaire (ligne VI-C de la section pétioleaire).

Cette notation permet donc de connaître, à la simple lecture :

1° La feuille dans laquelle sort ce faisceau — 1<sup>re</sup>, 2°, 3°, ... ;

2° Le rang du système libéro-ligneux foliaire auquel il appartient — postérieur, principal, primo-antérieur, secundo-antérieur, etc. ;

3° La position du faisceau parmi ceux de la même rangée et, par suite, si dans la tige, il est cortical ou situé dans la couronne normale (\*).

Soit, par exemple, le faisceau IV2g.

Ce faisceau est *cortical* dans la tige. Il sort dans la quatrième feuille. Il est situé, dans le système libéro-ligneux de cette feuille, le *deuxième* de la rangée *principale*, à *gauche* du plan de symétrie de la feuille.

Soit encore le faisceau 23d.

Ce faisceau est *cortical*. Il sort dans la deuxième feuille. Il est situé, dans le système libéro-ligneux de cette feuille, le *troisième* de la rangée *postérieure*, à *droite* du plan de symétrie de la feuille.

(1) Nous orientons notre section de telle façon que le faisceau VI soit placé dans le plan antéro-postérieur *ap*, en avant du centre de figure C de la section.

(2) Ce faisceau, de même que VI1d, peut être déjà sorti de la couronne normale dans l'écorce.

(3) Dans quelques rameaux la position de ce faisceau était différente. Il se trouvait à la gauche du faisceau VI, entre lui et le faisceau IX1d.

(\*) Nous montrerons ultérieurement que les faisceaux du rang postérieur rentrent tous dans l'écorce de la tige, que parmi ceux du rang principal, les 3 médians rentrent seuls dans la couronne normale, les autres restant corticaux, et que tous les faisceaux antérieurs s'accroissent aux faisceaux principaux, sauf  $n_{2g}$  et  $n_{2d}$  qui restent corticaux.

Les lignes de symétrie des faisceaux  $VI_g$  et  $VI_d$  font avec celles du faisceau VI un angle de  $40^\circ$ .

La ligne de symétrie du faisceau VII fait avec celle du faisceau VI un angle d'environ  $144^\circ$  vers la gauche.

§. Le parenchyme cortical renferme environ 34 faisceaux libéro-ligneux de taille variable qui sont distribués de la façon suivante :

Dans le secteur antérieur gauche, à partir du plan  $ap$  :

4 faisceaux intérieurs de taille moyenne :  $62g$ ,  $VI2g$ ,  $VI3g$ ,  $92g$  ;

5 petits faisceaux extérieurs :  $6$ ,  $62g$ ,  $63g$ ,  $64g$ ,  $VI4g$ .

Dans le secteur antérieur droit, à partir du plan  $ap$  :

4 faisceaux intérieurs de taille moyenne :  $62d$ ,  $VI2d$ ,  $VIII2g$ ,  $82g$  ;

4 petits faisceaux extérieurs :  $62d$ ,  $63d$ ,  $64d$ ,  $VI3d$  (1).

Dans le secteur postérieur droit :

9 faisceaux moyens et petits . comptés d'avant en arrière :  $82g$ ,  $82d$ ,  $83d$ ,  $VIII2d$ ,  $VIII3d$ ,  $102g$ ,  $VII4g$ ,  $VII2g$ .

Dans le secteur postérieur gauche :

8 faisceaux généralement petits , comptés d'avant en arrière :  $VII3d$ ,  $VII2d$ ,  $73d$ ,  $72d$ ,  $72g$ ,  $72g$ ,  $73g$ .

*Parcours des faisceaux entre la section pétiolaire et la section internodale*, fig. 2. — Si l'on suit les faisceaux libéro-ligneux depuis la section pétiolaire jusqu'à la section internodale on voit que :

1° Les faisceaux *principaux* ,  $VI4g$ ,  $VI3g$ ,  $VI2g$ ,  $VI1g$ , VI,  $VI1d$ ,  $VI2d$ ,  $VI3d$ , descendent dans le pétiole et pénètrent dans la tige sans subir de modifications ; ces faisceaux descendent ensuite verticalement dans la tige et viennent occuper chacun la position de même nom sur la section internodale. Le faisceau  $VI4d$  marche d'abord parallèlement aux précédents , puis il se rapproche du faisceau  $VI3d$  et, à la base du nœud, il s'accôle à lui latéralement.

2° Les faisceaux *postérieurs* ,  $64g$ ,  $63g$ ,  $62g$ ,  $61g$ ,  $6m$ ,  $61d$ ,  $62d$ ,

(1) Très généralement le parenchyme cortical de ces deux secteurs antérieurs renferme en outre les deux faisceaux  $VI1g$  et  $VI1d$  qui ont déjà quitté la couronne normale.



*63d*, *64d*, descendent parallèlement aux faisceaux principaux et viennent occuper les positions de mêmes noms sur la section inter-nodale. Les trois faisceaux *61g*, *6m*, *61d* se réunissent en un seul, *6*. Les faisceaux *62g* et *62d* émettent chacun dans le nœud un lobe qui vient renforcer les faisceaux *62g* et *62d*.

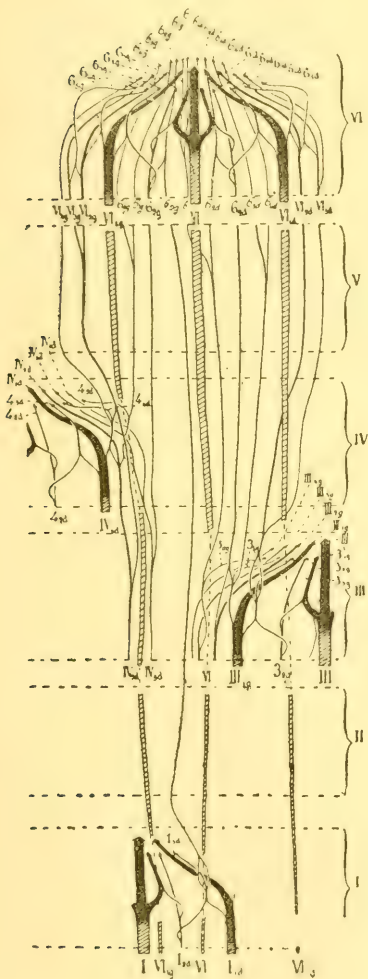


Fig. 2. Parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la partie du système *Gustavia augusta*, qui est située au-dessous de la section pétioleaire (Voir (B), fig. 1). — Même numérotation des faisceaux que dans la fig. 1, p. 135; I, II, III, ..., nœuds d'attache des feuilles de même ordre. — Les faisceaux corticaux sont teintés en noir; les faisceaux de la couronne portent des hachures. — Afin de ne pas compliquer la figure, les faisceaux les plus antérieurs du pétiole n'ont pas été dessinés.

3° Les faisceaux du rang *secondo-antérieur*, *6 4g*, *6'3g*, *6'2g*,

$6''1g$ ,  $6''1d$ ,  $6''2d$ ,  $6''3d$ ,  $6''4d$ , se rapprochent à la base du pétiole de ceux du rang primo-antérieur, puis s'accolent à leurs bords.

4° Les faisceaux du rang *primo-antérieur*,  $6'2g$  et  $6'2d$ , viennent occuper les positions de même nom sur la section internodale, après avoir reçu, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, chacun une petite branche des faisceaux  $62g$  et  $62d$ . Quant aux autres faisceaux primo-antérieurs ils restent d'abord distincts jusqu'à la base du pétiole, où ils reçoivent les faisceaux du rang *secondo-antérieur*. Mais ensuite ils s'accolent de la façon suivante aux bords des faisceaux principaux :

$6'1g$  se divise en un gros lobe qui s'accole au bord gauche du faisceau VI, et un petit lobe qui s'accole à  $6'2g$ .

$6'3g$  se divise en un lobe qui s'accole à  $6'2g$  et un lobe qui s'accole au bord droit de  $VI1g$ .

$6'4g$  se divise en un lobe qui s'accole au bord gauche de  $VI1g$  et un lobe qui se jette sur le bord droit de  $VI2g$ .

$6'5g$  se divise en un lobe qui se jette sur le bord droit du faisceau  $VI2g$  et en un lobe qui se jette sur le bord gauche de  $VI3g$  (1).

Les faisceaux  $6'1d$ ,  $6'3d$ ,  $6'4d$ ,  $6'5d$ , symétriques des faisceaux précédents par rapport au plan *ac*, se terminent de même inférieurement sur les faisceaux VI,  $6'2d$ ,  $VI1d$ ,  $VI2d$ ,  $VI3d$ .

*Parcours des faisceaux au-dessous de la section internodale. Terminaison inférieure des faisceaux du système foliaire VI.* — Les faisceaux  $VI1g$ , VI,  $VI1d$ , qui appartiennent à la couronne normale descendent dans cette couronne à peu près verticalement, le faisceau  $VI1g$  se rapprochant un peu du faisceau VI. A mesure qu'ils descendent, leur taille diminue notablement. Au nœud I on les retrouve, le faisceau  $VI1d$ , entre les faisceaux  $III1g$  et III, les faisceaux  $VI1g$  et VI, entre les faisceaux I et  $Id$ . Ils ne sont plus à ce niveau représentés chacun que par une très petite file de trachées, et bientôt, dans l'entre-nœud I, on les voit s'éteindre par disparition de ces dernières trachées.

Les faisceaux corticaux du système foliaire VI descendent dans

(1) Il arrive fréquemment que le faisceau  $6'5d$  se jette tout entier sur le bord gauche du faisceau  $VI3g$ .

l'écorce sans contracter jamais aucun rapport direct avec la couronne libéro-ligneuse normale. Ces faisceaux se terminent inférieurement, à des niveaux très variables, en s'accolant aux bords de faisceaux situés au-dessous d'eux dans l'écorce, c'est-à-dire à des faisceaux corticaux de systèmes foliaires sous-jacents ou à des faisceaux de la couronne normale, mais *au moment où ceux-ci traversent l'écorce* en descendant de la feuille.

Dans le cas spécial du rameau étudié, la terminaison inférieure des faisceaux corticaux du système foliaire VI se faisait de la façon suivante :

Le faisceau VI<sub>2g</sub> se divise, au nœud IV, en deux lobes dont l'un s'accole immédiatement au bord droit du faisceau 44<sub>d</sub> et dont l'autre descend jusqu'au nœud III et s'y accole au bord droit du faisceau IV<sub>2d</sub>. — Le faisceau VI<sub>3g</sub> se jette dès l'entre-nœud V sur le bord gauche du faisceau VI<sub>2g</sub>. — Le faisceau VI<sub>4g</sub> descend jusqu'au nœud IV et s'y jette sur le bord gauche du faisceau 44<sub>d</sub>.

Le faisceau VI<sub>2d</sub> se termine au nœud III par deux branches qui s'accolent aux deux bords du faisceau 33<sub>g</sub>. — Le faisceau VI<sub>3d</sub> (renforcé déjà par l'accolement du faisceau VI<sub>4d</sub>) se jette, à la partie supérieure du nœud III, sur le bord droit du faisceau VI<sub>2d</sub>.

Le faisceau 62<sub>g</sub> s'accole, dans l'entre-nœud IV, au faisceau IV<sub>3d</sub>. — Le faisceau 62<sub>d</sub> se divise, au nœud III, en deux branches dont l'une se jette sur 34<sub>g</sub> et l'autre sur III<sub>2g</sub>.

Le faisceau 62<sub>g</sub> descend jusqu'au nœud I et s'y divise en deux branches qui s'accolent de chaque côté du faisceau 13<sub>d</sub>. — Les faisceaux 63<sub>g</sub> et 64<sub>g</sub> réunis en un seul viennent se terminer, au nœud IV, sur le faisceau 45<sub>d</sub>. — Le faisceau 6 se réunit au faisceau 62<sub>d</sub>, puis celui-ci se jette, au nœud III, sur le faisceau 35<sub>g</sub>. — Les faisceaux 63<sub>d</sub> et 64<sub>d</sub> réunis se terminent, au nœud III, sur le bord droit du faisceau 34<sub>g</sub>.

Ainsi donc, les faisceaux corticaux du système foliaire VI se terminent sur des faisceaux des systèmes foliaires IV, III et I qui sont situés au-dessous de lui. Tous ces faisceaux diminuent peu à peu de taille, à mesure qu'ils descendent (1).

(1) La terminaison inférieure du système foliaire telle que je viens de la décrire est celle que j'ai observée dans le rameau choisi comme type. Je l'ai rencontrée également avec très peu de modifications dans d'autres rameaux de *Gustavia augusta* présentant la

*Parcours des faisceaux au-dessus de la section pétioleaire. Leur pénétration et leur distribution dans le limbe.* — a. Les faisceaux de la section pétioleaire montent vers le limbe et pénètrent individuellement dans la nervure médiane en conservant leurs positions relatives. Pendant ce parcours ils se rapprochent insensiblement les uns des autres, mais sans cesser de rester indépendants.

En suivant pas à pas les faisceaux de ce système libéro-ligneux depuis la base de la nervure médiane jusqu'à son sommet, on fait les remarques suivantes :

1° Ce système se rend directement et sans interposition de régions diaphragmatiques de la base au sommet de la nervure ;

2° Tous les faisceaux principaux se rapprochent peu à peu du plan de symétrie de la nervure et ils envoient dans la direction de ce plan, des anastomoses au faisceau voisin. En outre, ceux de ces faisceaux qui sont marginaux viennent successivement s'accoler au bord extérieur de leur voisin immédiat. Il en résulte qu'aux  $\frac{3}{4}$  supérieurs de la nervure médiane, l'arc libéro-ligneux principal n'est plus représenté que par un large anneau aplati radialement, (B), fig. 22, pl. x ;

3° Le système libéro-ligneux de la nervure médiane s'épuise peu à peu en émettant les faisceaux des nervures latérales ;

4° Les faisceaux des nervures latérales se détachent des bords du système libéro-ligneux de la nervure médiane, fig. 3.

α. Celui des grosses nervures latérales, S, est formé par la réunion,

d'un gros lobe détaché du bord de l'arc principal,

de petits lobes issus des bords des arcs antérieurs,

quelquefois d'un petit lobe détaché du bord de l'arc postérieur.

*même symétrie* ; mais en étudiant des rameaux de *symétrie différente*, j'ai pu constater que les rapports contractés par l'extrémité inférieure de chacun des faisceaux du système foliaire VI, se modifiaient *en même temps* que la symétrie elle-même de la tige. Les modifications m'ont toujours paru être commandées par la loi suivante : *Tout faisceau d'un système foliaire s'insère sur le faisceau foliaire IMMÉDIATEMENT SOUS-JACENT DANS LE MÊME PLAN VERTICAL, quel que soit le système foliaire auquel appartient ce dernier.* Cette règle peut d'ailleurs être masquée dans la tige adulte par l'inégalité qui s'est produite dans l'accroissement intercalaire des diverses parties de cette tige. C'est de cette façon que dans certains cas, les faisceaux cessent d'être verticaux et rectilignes pour devenir plus ou moins obliques et ondulés.



Il reçoit en outre un petit faisceau *l* que lui envoie le faisceau sortant dans la grosse nervure immédiatement inférieure.

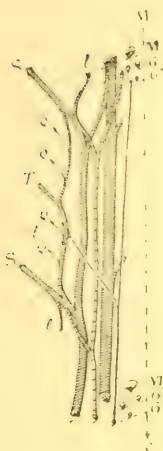


Fig. 3. *Gustavia augusta*. Schema indiquant la façon dont les faisceaux des nervures latérales se détachent du bord du système libéro-ligneux de la nervure principale. — Les faisceaux postérieurs n'ont pas été figurés ; VI, faisceaux principaux ; 6', 6'', faisceaux antérieurs ; S, T, Q, faisceaux sortant dans les nervures secondaires, tertiaires, quaternaires.

5. Les faisceaux des *petites* nervures latérales, *T* et *Q*, se détachent des faisceaux *l*. Ils peuvent recevoir en outre de très petits lobes détachés des faisceaux antérieurs de la nervure médiane ;

5° Les faisceaux de la rangée postérieure de la nervure médiane diminuent peu à peu de taille vers le haut et disparaissent, soit par extinction au milieu du tissu fondamental, soit par émission de lobes sortant dans les nervures latérales, soit en s'accolant aux faisceaux de la rangée principale.

Ces faisceaux sont tous épuisés vers le  $\frac{1}{4}$  inférieur de la nervure médiane ;

6° Les faisceaux de la rangée secondo-antérieure sont tous épuisés à la base du  $\frac{1}{4}$  supérieur de la nervure médiane ;

7° Les faisceaux de la rangée primo-antérieure subsistent jusqu'au sommet de la feuille ;

8° Le système libéro-ligneux de la nervure médiane se termine à son sommet sur une petite ampoule libéro-ligneuse comparable à celle que nous avons décrite chez les *Myrtacées* (1). L'extrémité de

(1) *Loc. cit.*, p. 403.

cette ampoule se perd, chez la feuille adulte, dans une petite cicatrice subéreuse qui a détruit le sommet de la feuille ;

9° Chacun des gros faisceaux concentriques ou annulaires de la section du pétiole se divise, au-dessus de la base du limbe, en *un arc libéro-ligneux postérieur* et *un arc libéro-ligneux antérieur*, celui-ci étant toujours moins puissant que celui-là. A partir de ce moment tout faisceau qui s'en détache emporte toujours,

un lobe arraché du bord de l'arc antérieur,

un lobe arraché du bord de l'arc postérieur (1).

b. Lorsqu'on suit le faisceau d'une grosse nervure latérale secondaire depuis sa section basilaire jusqu'au point où cette nervure se jette, au bord du limbe, sur la nervure secondaire immédiatement supérieure, on voit :

1° Que ce faisceau comprend, comme les gros faisceaux de la nervure médiane, *un arc postérieur* à orientation normale et *un arc antérieur* dans lequel le bois est extérieur et le liber intérieur ;

2° Que ce faisceau s'épuise peu à peu en émettant les faisceaux des nervures tertiaires. Son arc antérieur est épuisé vers les  $\frac{2}{3}$  de la nervure ;

3° Qu'à l'extrémité de la nervure secondaire le faisceau s'accolé latéralement au faisceau de la nervure secondaire immédiatement supérieure ;

4° Que la gaine mécanique du faisceau existe sur toute sa longueur. Cette gaine se réduit moins vite que le tissu libéro-ligneux caractérisé.

Le tissu fondamental des nervures secondaires diminue peu à peu. Vers le bord du limbe il n'est plus représenté que par deux assises antérieures et deux assises postérieures.

c. La section transversale des nervures tertiaires ressemble beaucoup à celle de l'extrémité des nervures secondaires. Toutefois leur faisceau libéro-ligneux est encore plus grêle.

(1) Chacun de ces gros faisceaux concentriques se conduit donc de la même façon qu'un système foliaire pourvu de faisceaux antérieurs, et en particulier que celui des Myrtacées (*Loc. cit.*, p. 401 et suiv.).

Les nervures d'ordre supérieur ne se distinguent du reste du limbe que par l'allongement des cellules épidermiques postérieures (inférieures) dans le sens de ces nervures. Leur faisceau libéro-ligneux, quoique grêle, possède toujours une gaine fibreuse.

*Terminaison supérieure des faisceaux du système foliaire.* —

*a.* La nervation du limbe étant réticulée, les faisceaux des diverses nervures, s'y accolent soit latéralement soit bout à bout.

Il existe en outre, dans l'intérieur des plus petites mailles de ces réseaux, des ramifications libéro-ligneuses qui circulent dans la région profonde du parenchyme lacuneux et dont la structure est celle de petits faisceaux libéro-ligneux normaux. Ces ramifications se détachent des bords du faisceau qui limite la maille et se terminent en pointe libre après une ou plusieurs divisions. Les extrémités libres de ces ramifications sont toujours très grêles et constituées par une ou deux files de trachées courtes et légèrement globuleuses qu'enveloppent quelques fibres peu allongées et peu sclérifiées.

*b.* Nous avons indiqué précédemment que le système libéro-ligneux de la nervure médiane se termine sur une ampoule libéro-ligneuse située dans l'extrémité de cette nervure.

La feuille de *Gustavia augusta* possède encore une petite ampoule libéro-ligneuse dans chacune de ses dents marginales. Ces dernières, de même que celle du sommet du limbe, sont, chez la feuille adulte, coupées par une cicatrice subéreuse partant du milieu du bord supérieur de la dent.

*b. Gustavia Marcgraaviana* Miers, *G. pterocarpa* Poit. (1)

Deux espèces seulement parmi les Lécythidées étudiées se rapportent au type *Gustavia augusta*, ce sont *G. Marcgraaviana* et *G. ptero-*

(1) Nous rappelons que pour la comparaison ci-dessous nous n'employons que des feuilles d'un développement moyen. Nous laissons intentionnellement de côté, d'une part, toutes celles qui auraient accidentellement un développement exagéré, et, d'autre part, celles qui, soit en raison du niveau de leur insertion sur la tige (région pérulaire ou région florale), soit accidentellement, présenteraient une réduction plus ou moins accusée.

*carpa*. Les systèmes libéro-ligneux foliaires de ces trois espèces ne semblent guère différer entre eux que par leur plus ou moins grand développement, développement qui *n'est pas en rapport absolu* avec la taille des feuilles (1).

2. Une section transversale de la base de la feuille permet d'indiquer rapidement les différences spécifiques. Sur cette section, le système foliaire de *G. pterocarpa* se montre relativement peu développé; il ne comprend que *deux* faisceaux postérieurs, *cinq* ou *sept* faisceaux principaux, dont trois seulement sont gros, et *un seul* rang de faisceaux antérieurs. En outre, tandis que chez les deux autres espèces il existe toujours au milieu de la bande primo-antérieure un large faisceau annulaire, celui-ci manque chez *G. pterocarpa*.

La section basilaire de la feuille de *G. Marcgraaviana* est grande, élargie tangentiellement et prolongée latéralement dans de larges expansions lamelleuses; elle diffère donc sensiblement de celle de *G. augusta*, qui est presque arrondie et pourvue seulement de deux petites ailes. En outre, tandis que les faisceaux antérieurs de *G. augusta* ne sont répartis habituellement que sur *deux* rangs, ceux de *G. Marcgraaviana* sont distribués sur *trois* rangs. Les faisceaux du rang tertio-antérieur sont aussi nombreux que ceux des autres rangs, mais ils sont plus petits.

3. La rentrée dans la tige des faisceaux du système foliaire rappelle, chez tous les *Gustavia*, celle que nous avons décrite chez *G. augusta*. Les faisceaux tertio-antérieurs de *G. Marcgraaviana* rentrent, à la base de la feuille, dans le rang secundo-antérieur et dès lors ce cas spécial se trouve ramené à la disposition décrite. Les deux faisceaux postérieurs de *G. pterocarpa* rentrent dans les faisceaux principaux *dès la base de la feuille*, par suite la tige ne possède qu'un seul rang de faisceaux corticaux. Ceux-ci sont eux-mêmes, en raison de la réduction de tout le système foliaire, beaucoup moins nombreux et beaucoup moins gros que ceux des deux autres espèces de *Gustavia*. Sous ce rapport, une section

(1) *Gustavia augusta* : feuille pétiolée, longue de 0,28° à 0,30°, large de 0,07° à 0,08°. — *G. Marcgraaviana* : feuille sessile, longue de 0,20° - 0,24°, large de 0,07° - 0,08°. — *G. pterocarpa* : feuille sessile, longue de 0,19° - 0,21°, large de 0,06° - 0,07°.



internodale de *G. pterocarpa*, prise dans un rameau distique, ressemble beaucoup à celle des Lécythidées proprement dites.

Quant aux rapports qui unissent les divers systèmes foliaires dans la tige de chacune de ces trois espèces de *Gustavia*, ils varient en même temps que la symétrie elle-même de la tige ; c'est d'ailleurs là un fait que nous avons déjà observé chez *G. augusta*. Mais chaque système comprend toujours *trois* faisceaux qui *rentrent dans la couronne normale*, les autres descendant dans le parenchyme cortical. Ces derniers restent *à tous les niveaux* indépendants de cette couronne normale et ils ne se terminent inférieurement que sur des faisceaux corticaux ou sur des faisceaux qui traversent l'écorce.

γ. La façon dont les faisceaux pénètrent dans la nervure médiane et leur parcours le long de cette nervure rappellent beaucoup ceux que nous avons décrit chez *G. augusta*. Il en résulte qu'une section pratiquée aux  $\frac{3}{4}$  de cette nervure ne montre plus que 1, 2 ou 3 petits faisceaux antérieurs et un faisceau principal. Ce dernier est relativement gros chez *G. Marcgraaviana* ; il est annulaire aplati et presque toujours flanqué de deux petits faisceaux latéraux.

La feuille des trois espèces renferme des terminaisons libéro-ligneuses en pointe libre dans la région lamelleuse du limbe et des terminaisons en ampoule à la base de la dent terminale et des dents marginales.

## B. — *a. Couratari guianensis* AUBL. (1).

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section transversale du Pétiole* (2). — La section transversale du pétiole de *C. guianensis* ne possède que deux rangs de faisceaux libéro-ligneux, le rang *principal* et le rang *antérieur*, (B), fig. 4.

(1) Les feuilles du rameau étudié étaient distiques.

(2) Pour faciliter la comparaison entre les parcours des diverses espèces étudiées, nous supposerons toujours, de même que chez *G. augusta*, que le système foliaire étudié appartient à la sixième feuille.

10 (ou 11) faisceaux occupent le rang principal; ce sont, de gauche à droite :

VI<sub>5g</sub> (1), VI<sub>4g</sub>, VI<sub>3g</sub>, VI<sub>2g</sub>, VI<sub>1g</sub>, VI, VI<sub>1d</sub>, VI<sub>2d</sub>, VI<sub>3d</sub>, VI<sub>4d</sub>, VI<sub>5d</sub>.

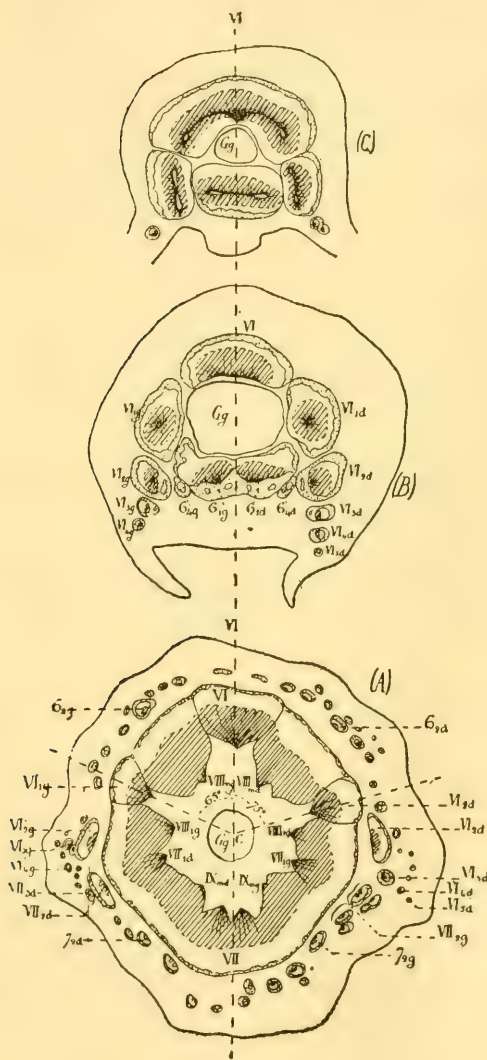


Fig. 4. *Couratari guianensis*. (A) Section transversale de l'entre-nœud VI (voir fig. 5, p. 350). — (B) Section transversale du pétiole de la feuille VI. — (C) Section transversale pratiquée vers le milieu de la nervure principale. — Même numérotation des faisceaux que pour la fig. 1, p. 335; Gg, canal glandulaire.

(1) Ce faisceau peut manquer, ce qui réduit à 10 le nombre des faisceaux du rang principal.

4 faisceaux seulement composent le rang antérieur ; ce sont : 1° les gros faisceaux  $61g$  et  $61d$  situés contre la face antérieure des faisceaux  $VI1g$  et  $VI1d$ , et généralement presque accolés l'un à l'autre dans le plan antéro-postérieur ; 2° les petits faisceaux  $64g$  et  $64d$  situés contre la face intérieure des faisceaux  $VI2g$  et  $VI2d$ .

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section moyenne de l'entre-nœud VI, (A), fig. 4.* —  $\alpha$ . La couronne libéro-ligneuse renferme au moins 8 faisceaux foliaires. En avant et en arrière dans le plan VIC se trouvent les faisceaux VI et VII ; à gauche et à droite du faisceau VI sont les faisceaux  $VI1g$  et  $VI1d$  dont les lignes de symétrie font avec la sienne un angle de  $65^\circ$  à  $75^\circ$  ; à gauche et à droite du faisceau VII et à  $65^\circ$ - $75^\circ$  de lui se trouvent les faisceaux  $VII1d$  et  $VII1g$ . Enfin, de chaque côté et près du faisceau VI, on distingue deux petits faisceaux  $VIIImg$  et  $VIIImd$ .

$\beta$ . Le parenchyme cortical renferme 15 faisceaux intérieurs et un assez grand nombre de faisceaux extérieurs. Les faisceaux intérieurs sont :

Les faisceaux  $62g$  et  $62d$  situés en avant, à gauche et à droite du faisceau VI ;

Les faisceaux  $VI2g$ ,  $VI3g$ ,  $VI4g$ , situés à gauche et  $VI2d$ ,  $VI3d$ ,  $VI4d$  situés à droite. Ces faisceaux sont rangés sur les prolongements de l'arc auquel appartiennent  $VI1g$ , VI et  $VI1d$  ;

Les faisceaux  $72g$  et  $72d$  situés en arrière, à gauche et à droite du faisceau VII ;

Les faisceaux  $VII2d$  et  $VII3d$  situés en face de  $VII1d$ , et les faisceaux  $VII2g$ ,  $VII3g$  situés en face de  $VII1g$ .

Les faisceaux extérieurs sont surtout situés dans la moitié antérieure de la section. Ils sont beaucoup plus petits que les précédents et souvent réduits à un petit paquet de fibres.

*Parcours des faisceaux entre la section pétiolaire et la section internodale, (A), fig. 5.* — Si l'on suit les faisceaux libéro-ligneux

depuis la section pétioleaire jusqu'à la section internodale, on voit que :

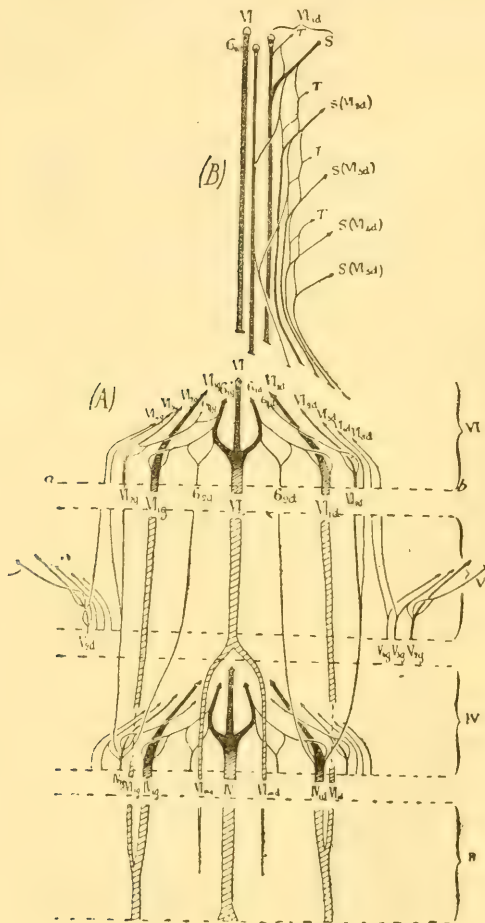


Fig. 5. Parcours des faisceaux dans le système libéro-ligneux foliaire de *C. guianensis*. — (A) Partie du système situé au-dessous de la section pétioleaire (même numérotation des faisceaux que dans la fig. 4, p. 348). — Les faisceaux postérieurs n'ont pas été figurés; les faisceaux corticaux sont teintés en noir; les faisceaux de la couronne portent des hachures. — (B) Parcours dans la base de la nervure principale. S, T, faisceaux sortant dans les nervures secondaires et tertiaires.

1° Les faisceaux principaux VI4g, VI3g, VI2g, VI1g, VI, VI1d, VI2d, VI3d, VI4d, VI5d, descendent vers la tige et y pénètrent sans subir de modifications; ces faisceaux viennent occuper chacun sur la section transversale internodale, (A), fig. 4, la position de même nom;

2° Le faisceau antérieur 61g se divise, au bas du pétiole, en deux



branches dont l'une, la plus grosse, représente le véritable faisceau 61<sub>g</sub> et vient s'accoler au bord gauche du faisceau VI, au moment où celui-ci rentre dans la couronne normale. La seconde branche représentant le faisceau 63<sub>g</sub> se dirige vers le faisceau VI1<sub>g</sub>, puis se divise en deux lobes qui s'accolent sur les bords de ce faisceau au moment où il rentre dans la couronne normale. Au niveau du nœud, il se forme un faisceau 62<sub>g</sub> par la réunion d'une branche détachée de 61<sub>g</sub> et d'une branche détachée de 63<sub>g</sub>. Le faisceau 62<sub>g</sub> descend verticalement dans le parenchyme cortical jusqu'à la section internodale (1) ;

Le faisceau 64<sub>g</sub> se rapproche en descendant du faisceau 62<sub>g</sub> et se divise, à la base du nœud, en deux lobes qui s'accolent aux bords de ce faisceau.

Le parcours des faisceaux 61<sub>d</sub>, 64<sub>d</sub>, situés à droite du plan de symétrie de la feuille, est identique à celui des faisceaux 61<sub>g</sub>, 64<sub>g</sub>, mais il lui est symétrique ;

3° La plupart des faisceaux du système foliaire émettent au moment où ils pénètrent dans la tige de petits faisceaux qui descendent verticalement dans la partie extérieure du parenchyme cortical. Ce sont eux qu'on retrouve dans cette même région sur la section internodale. Ces faisceaux correspondent évidemment aux faisceaux *postérieurs* de *Gustavia augusta*, mais chez *Couratari guianensis* ils ne s'isolent des faisceaux principaux qu'au moment où ceux-ci pénètrent dans la tige, tandis que chez *Gustavia augusta* ils sont déjà isolés dans la nervure médiane.

La gaine scléreuse qui enveloppe les faisceaux du pétiole devient moins épaisse dans la base de cet organe. Dans la tige, il n'en subsiste que la partie extérieure.

#### *Terminaison inférieure des faisceaux du système foliaire VI.*

— α. Le faisceau VI de la couronne normale descend verticalement jusqu'à la partie supérieure du nœud IV, dont le faisceau IV est situé dans le même plan. A ce niveau, il se divise en deux branches égales qui s'écartent l'une de l'autre puis s'établissent de chaque côté du faisceau IV. Ces branches diminuent peu à peu d'importance

(1) Il résulte de ce parcours que le faisceau 61<sub>g</sub> du pétiole de *C. guianensis* est dû à l'accroissement des faisceaux 61<sub>g</sub>, 62<sub>g</sub>, 63<sub>g</sub> de *Gustavia augusta*.

en descendant, puis enfin disparaissent par extinction et sans s'accoler à aucun autre faisceau.

Les faisceaux VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub> descendent à peu près verticalement et viennent s'accoler, au-dessous du nœud IV, au bord extérieur des faisceaux IV<sub>1g</sub> et IV<sub>1d</sub>.

β. Les faisceaux 6<sub>2g</sub> et VI<sub>2g</sub> descendent dans le parenchyme cortical et s'accolent dans le nœud IV aux bords du faisceau IV<sub>2g</sub>. Les faisceaux 6<sub>2d</sub> et VI<sub>2d</sub> s'accolent de même aux bords du faisceau IV<sub>1d</sub> (1).

Les faisceaux VI<sub>3g</sub> et VI<sub>3d</sub> se jettent, au nœud V, sur les faisceaux VI<sub>2g</sub> et VI<sub>2d</sub>.

Le faisceau VI<sub>4g</sub> se divise, au nœud V, en deux branches qui s'accolent aux bords du faisceau 5<sub>2d</sub>. Les faisceaux VI<sub>4d</sub> et VI<sub>5d</sub> se jettent respectivement, au nœud V, sur les faisceaux V<sub>4g</sub> et V<sub>2g</sub>.

γ. Les petits faisceaux corticaux postérieurs de la section internodale descendent dans le parenchyme cortical en conservant sensiblement leurs positions relatives. Ceux d'entre eux qui se trouvent aux bords de l'arc foliaire se jettent, au nœud V, sur les faisceaux postérieurs de ce nœud, les autres rentrent généralement dans les faisceaux corticaux intérieurs de l'arc foliaire VI.

Ainsi donc, tous les faisceaux corticaux du système foliaire VI de *C. guianensis* restent corticaux à tous les niveaux et se terminent en s'accolant aux faisceaux corticaux qu'ils rencontrent en descendant. Tous ces faisceaux, de même que ceux de la couronne normale, diminuent peu à peu de taille en descendant.

δ. Le canal gommeux du pétiole se rétrécit sensiblement à la base de cet organe et pénètre dans la moelle de la tige. Il vient rejoindre le canal gommeux médullaire et se fusionner avec lui en descendant.

*Parcours des faisceaux au-dessus de la section pétiolaire. Leur pénétration et leur distribution dans le Limbe. — a. Les faisceaux*

(1) Il existe là une légère différence entre le lieu d'insertion des faisceaux 6<sub>2g</sub>, VI<sub>2g</sub> et celui des faisceaux 6<sub>2d</sub>, VI<sub>2d</sub>, mais cette différence est due simplement à une légère modification de la symétrie du rameau étudié. Ce cas spécial vient à l'appui de l'opinion que nous avons exprimée (*loc. cit.*) sur la valeur des rapports que contractent entre eux les divers systèmes libéro-ligneux foliaires d'un rameau.

de la section pétioleaire montent vers le limbe et pénètrent directement dans la nervure médiane. Pendant cette marche, les faisceaux principaux se rapprochent les uns des autres sans se fusionner et se disposent sur un arc plus convexe. Les bords du faisceau VI commencent à s'incurver vers l'intérieur. Les faisceaux VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub> deviennent concentriques ; les faisceaux VI<sub>2g</sub> et VI<sub>2d</sub> présentent une tendance à le devenir. Les deux faisceaux 6<sub>1g</sub> et 6<sub>1d</sub> se rapprochent du plan VIC et se réunissent dans ce plan ; ils sont toujours séparés du faisceau VI par le canal gommeux.

Si on suit ce système libéro-ligneux de la base au sommet de la nervure principale on remarque l'accentuation de la tendance qu'ont les faisceaux à devenir concentriques ; en même temps ils s'accolent les uns aux autres latéralement. Il en résulte que le système libéro-ligneux de la nervure médiane n'est plus représenté vers le milieu de sa longueur, que par trois faisceaux libéro-ligneux principaux et un seul faisceau libéro-ligneux antérieur, (C, fig. 4. Des trois faisceaux principaux, les deux latéraux sont annulaires et aplatis radialement. Les bords du médian sont fortement incurvés vers l'intérieur et arrivent presque à se réunir dans le plan antéro-postérieur ; ils forment une bande libéro-ligneuse interne à orientation renversée, *intimement* appliquée contre la face interne du faisceau normal (1). Le faisceau antérieur possède la même structure que les faisceaux principaux latéraux.

Dans la partie supérieure de la nervure médiane, les trois faisceaux principaux se fusionnent en un seul.

Entre le faisceau antérieur et le faisceau principal médian se trouve le canal gommeux. Il persiste jusque vers la base du  $\frac{1}{3}$  supérieur de la nervure médiane.

La gaine scléreuse qui enveloppe les faisceaux du pétiole augmente encore d'épaisseur à la base du limbe, surtout dans les faisceaux antérieurs. Chez ces derniers, elle renferme en outre des cordons de liber mou, analogue à celui que l'on trouve chez certaines Leptos-

(1) Un secteur pris dans un de ces trois faisceaux les montre par suite formés de bois et de liber externe, de bois et de liber interne, c'est-à-dire *bicollatéraux*. Ceci vient à l'appui de l'opinion que j'ai émise antérieurement (*Loc. cit.*, p. 349), sur la valeur morphologique du liber interne des faisceaux bicollatéraux des Mélastomacées et des Myrtacées.

permées. En montant le long de la nervure principale, l'épaisseur de la gaine fibreuse diminue peu à peu.

b. Le système libéro-ligneux de la nervure médiane émet successivement les faisceaux des nervures latérales. Les faisceaux VI5d, VI4d, VI3d, VI2d, sortent ainsi successivement dans les 4 premières nervures latérales secondaires, (B), fig. 5. C'est ensuite le faisceau VI1d, puis le faisceau VI qui fournissent les faisceaux des nervures latérales supérieures. Le faisceau de chacune des nervures latérales ainsi formé reçoit en outre : 1° un lobe *l* de la nervure secondaire immédiatement inférieure, et 2° (sauf celui des trois nervures secondaires inférieures du limbe) un faisceau détaché du bord de l'arc libéro-ligneux antérieur de la nervure principale. Sur les petits faisceaux *l* s'insèrent les faisceaux des nervures tertiaires, T.

c. Les faisceaux des nervures secondaires ne comprennent jamais que du tissu libéro-ligneux externe entouré par une gaine épaisse. Ils ne sont pas accompagnés de canal gommeux.

*Terminaison supérieure des faisceaux du système foliaire.* — Les petites branches libéro-ligneuses du limbe de *C. guianensis* sont peu sclérifiées. Les dernières ramifications se terminent en pointe libre comme celles de *Gustavia augusta*, mais les éléments trachéens ultimes y sont beaucoup plus larges, leur diamètre pouvant atteindre 0<sup>mm</sup> 02 et 0<sup>mm</sup> 03. En outre, ces éléments semblent directement accolés au parenchyme lacuneux.

Le limbe de *C. guianensis* ne porte pas comme celui des espèces précédentes de dents marginales. Il ne renferme pas non plus de terminaisons libéro-ligneuses en ampoule près de son bord.

b. Autres Lécythidées (par comparaison avec *C. guianensis*).

Toutes les Lécythidées proprement dites (Eulécythidées), que nous avons étudiées, nous paraissent devoir être rapportées au type *C. guianensis*.

La section transversale du pétiole de ces espèces montre toujours :



1° un rang plus ou moins convexe de faisceaux *principaux* ; 2° une bande continue formée par la réunion des faisceaux *antérieurs*. Jamais on n'y voit de faisceaux *postérieurs*.

Dans toutes ces espèces, les faisceaux du système foliaire rentrent dans la tige de la même façon que ceux de *C. guianensis*, c'est-à-dire que : 1° les faisceaux antérieurs s'accolent, à la base de la feuille, aux bords des faisceaux principaux, les faisceaux 62g et 62d restant seuls indépendants et descendant dans le parenchyme cortical ; 2° les 3 faisceaux principaux médians rentrent dans la couronne normale ; 3° les autres faisceaux principaux descendent dans le parenchyme cortical ; 4° de petits faisceaux postérieurs *se détachent, à la base de la feuille*, des faisceaux principaux rentrants (1) ; ils descendent dans le parenchyme cortical sur un rang extérieur à celui qui renferme les faisceaux principaux. Cependant, ces faisceaux postérieurs peuvent manquer chez quelques espèces (*Eschweilera Luschnathii*).

Les rapports contractés par l'extrémité de chacun de ces faisceaux avec ceux des systèmes foliaires sous-jacents sont fréquemment les mêmes que chez *C. guianensis*. Cela tient à ce que, chez toutes les espèces en question, la symétrie de la tige répond assez régulièrement au cycle  $\frac{1}{2}$ .

La pénétration du système libéro-ligneux foliaire dans le limbe et son parcours dans la nervure médiane rappellent également ceux de *C. guianensis*. Toutefois, la forme de chacun des faisceaux et leur position relative étant susceptibles de certaines variations, il en résulte que le système libéro-ligneux prend, sur une section transversale de la nervure médiane, un aspect assez variable suivant les espèces. Examinons quelques-unes de ces variations sur une section pratiquée aux  $\frac{3}{4}$  de la longueur du limbe.

Sur une telle section le système libéro-ligneux de *Lecythis racemiflora* et celui de *Bertholletia excelsa* diffèrent à peine de celui de *C. guianensis*. Celui d'*Eschweilera longipes*, fig. 20, pl. x, comprend, comme sur la section pétioilaire, un rang de faisceaux principaux et

(1) D'autres fois, ces faisceaux postérieurs apparaissent brusquement au milieu du parenchyme cortical de la base du pétiole. D'abord très grêles, ils grossissent un peu à mesure qu'on les observe en descendant dans la tige. C'est le même fait que nous avons déjà indiqué dans la nervure médiane de *Gustavia augusta*.

une bande antérieure, mais le tout beaucoup plus réduit. En outre, les 3 faisceaux principaux médians sont pourvus chacun, sur sa face interne, d'une très petite bande libéro-ligneuse à orientation renversée, ou même simplement de quelques groupes d'îlots libériens (1); ces 3 faisceaux médians sont quelquefois réunis en 1 seul faisceau large et bicollatéral. Chez *Eschweilera subglandulosa*, même dispositif que dans l'espèce précédente, mais en outre la bande des faisceaux antérieurs tend à incurver ses bords vers la face supérieure du limbe, tandis que la bande fibreuse qui garnit sa face interne prend une grande épaisseur. Ce dernier caractère est surtout accentué chez *Eschweilera Luschnathii*, chez qui la gaine forme une petite bande allongée perpendiculairement à la face supérieure de la nervure. Dans la nervure de *Chytroma Idalimon*, fig. 19, pl. x, et de *Lecythis corrugata*, on retrouve encore cette petite bande fibreuse verticale, mais plus longue et plus large. Le faisceau principal de ces deux dernières espèces est très fortement convexe.

Les faisceaux des nervures secondaires de toutes les espèces se détachent du système libéro-ligneux de la nervure médiane de la même façon que dans la feuille de *Couratari guianensis*, mais il peut arriver que le faisceau des plus grosses de ces nervures prenne, au moins à leur base, la forme concentrique ou annulaire (*Lecythopsis rufescens*).

De même que chez *C. guianensis*, les terminaisons libres du système libéro-ligneux dans le limbe diffèrent de celles de *Gustavia augusta*; elles sont caractérisées par leurs éléments très larges et à parois lisses ou presque lisses.

Nous donnons, pour *Lecythis ollaria*, les figures correspondantes à celles de *C. guianensis*, fig. 6 et 7, afin de bien montrer, par la comparaison de deux genres différents, combien les ressemblances du système foliaire sont grandes chez les diverses Lécythidées. *L. ollaria* est cependant à première vue assez différent de *C. guianensis*. Une section de son pétiole ne rencontre que 5 faisceaux principaux et 2 faisceaux antérieurs.

Mais la comparaison des systèmes foliaires complets laisse entrevoir que les petits faisceaux principaux marginaux de *L. ollaria* VI2g et VI2d, pourraient bien en réalité correspondre chacun à 3 faisceaux de *C. guianensis* (VI2g + VI3g + VI4g) et (VI2d + VI3d

(1) Donnant au faisceau l'aspect d'un faisceau bicollatéral.



amène les faisceaux VI<sub>2g</sub> et VI<sub>2d</sub> en arrière des faisceaux VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub>, etc. Mais toutes ces particularités, pour être utilisées sérieusement en vue de la classification, devraient être étudiées par comparaison sur un grand nombre d'espèces; or, les trop peu nombreux matériaux dont nous avons pu disposer ne nous ont pas permis de faire un tel travail. Ajoutons cependant que les systèmes libéro-ligneux de *L. lanceolata* et de *Cariniana brasiliensis* ressemblent beaucoup à celui de *L. ollaria*; le premier renferme 7 faisceaux, le second 5 seulement; en outre, ceux-ci sont rangés sur une ligne et non sur un arc. Nous avons montré antérieurement, p. 324, que les terminaisons libéro-ligneuses établies à l'intérieur du limbe ressemblaient plus dans ces trois espèces à celles de *G. augusta* qu'à celles des autres Lécythidées. Nous ajouterons que toutes trois ont des feuilles dont les bords dentés reçoivent, comme ceux de *G. augusta*, des terminaisons libéro-ligneuses en ampoule et que cette particularité ne se retrouve chez aucune autre des Lécythidées étudiées.

C. — *a. Barringtonia macrocarpa* HASSK. (1).

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section transversale du pétiole VI* (2). — Une section transversale du pétiole de *B. macrocarpa* rencontre 3 rangs de faisceaux qui sont, (B) fig. 8 :

- 4 faisceaux postérieurs (3), 6<sub>2g</sub>, 6<sub>1g</sub>, 6<sub>1d</sub>, 6<sub>2d</sub>,
- 9 faisceaux principaux, VI<sub>4g</sub>, VI<sub>3g</sub>, VI<sub>2g</sub>, VI<sub>1g</sub>, VI, VI<sub>1d</sub>, VI<sub>2d</sub>, VI<sub>3d</sub>, VI<sub>4d</sub>,
- 4 faisceaux antérieurs, 6<sub>3g</sub>, 6<sub>1g</sub>, 6<sub>1d</sub>, 6<sub>3d</sub>.

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section trans-*

(1) La tige de *B. macrocarpa* est alterne. Les feuilles sont le plus souvent distribuées sur cette tige suivant le cycle  $\frac{2}{5}$ .

(2) Voir la note 2, page 347.

(3) Dans quelques échantillons ces faisceaux étaient un peu plus nombreux.



versale de l'entre-nœud VI, (A) fig. 8, (1). — La couronne libéro-ligneuse normale ne renferme qu'un petit nombre de faisceaux foliaires. Parmi ceux-ci, un seul est notablement plus que les autres caractérisé comme faisceau sortant, c'est le faisceau VI.

Les faisceaux corticaux sont nombreux. Nous rappelons que toujours leur *bois* est *extérieur* et leur *liber* *intérieur*. Parmi ces faisceaux, ceux qui appartiennent au système foliaire VI sont

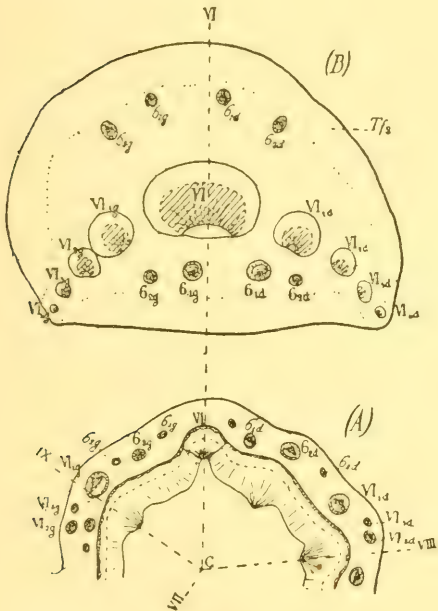


Fig. 8. *Barringtonia macrocarpa*. (A) Section transversale de l'entrenœud VI; (B) Section transversale du pétiole de la feuille VI — VI<sub>1g</sub>, VI<sub>1d</sub>, VI<sub>2g</sub>, VI<sub>2d</sub>, ... faisceaux principaux de la feuille VI; 6<sub>g</sub>, ..., faisceaux postérieurs; 6<sub>d</sub>, ..., faisceaux antérieurs.

*Errata.* Sur la section internodale, lire VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub> au lieu de VI<sub>3g</sub> et VI<sub>3d</sub>. — Sur la section pétioleaire, lire 6<sub>3g</sub> et 6<sub>3d</sub> au lieu de 6<sub>2g</sub> et 6<sub>2d</sub>.

(1) Nous croyons que la comparaison du parcours des faisceaux dans la tige de *G. augusta*, de *Couratari guianensis* et de *Lecythis ollaria*, démontre suffisamment combien les rapports de position et les contacts des faisceaux y sont essentiellement variables en même temps que la symétrie du rameau, pour qu'il soit nécessaire d'y insister davantage. Aussi, pour abréger, nous bornerons-nous ici à décrire la forme du système foliaire considéré isolément, et laisserons-nous de côté le détail des anastomoses qui terminent inférieurement chacun de ses faisceaux. Mentionnons cependant que l'insertion des systèmes foliaires dans le rameau étudié de *B. macrocarpa* différerait de toutes celles que nous avons précédemment décrites ou figurées; elle différerait également de celle de *B. acutangula* (*loc. cit.*, *Assoc. franç.*, fig. 4).

Ne décrivant le parcours des faisceaux que dans le système foliaire VI, nous nous abstenons de nommer les autres faisceaux de la section internodale.

tous situés dans la région corticale qui avoisine le faisceau VI.  
Ce sont :

A droite du faisceau VI,

Le faisceau VI<sub>1d</sub> à environ 45° du faisceau VI,

Le faisceau VI<sub>2d</sub> plus latéral que précédent,

Le très petit faisceau VI<sub>4d</sub>, extérieur au faisceau VI<sub>2d</sub> ;

A gauche du faisceau VI,

Les faisceaux VI<sub>1g</sub>, VI<sub>2g</sub>, VI<sub>4g</sub>, symétriques des précédents par rapport au plan de symétrie de la feuille VI.

D'autres faisceaux, plus petits, occupent un arc compris entre VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub> et postérieur à VI. Ce sont de gauche à droite :

6<sub>2g</sub>, 6<sub>2g</sub>, 6<sub>1g</sub>, 6<sub>1d</sub>, 6<sub>2d</sub>, 6<sub>2d</sub>, parmi lesquels les médians peuvent être représentés chacun par plusieurs lobes.

Tous les autres faisceaux corticaux de la section appartiennent aux systèmes foliaires des feuilles supérieures.

*Parcours des faisceaux entre la section basilaire de la feuille et la section internodale, (A) fig. 9. — a. Lorsqu'on suit, en descendant, les faisceaux principaux de la section basilaire de la feuille, on voit :*

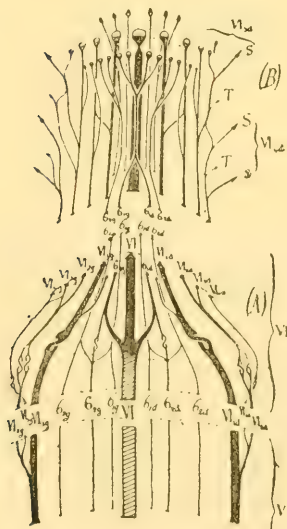


Fig. 9. Parcours des faisceaux dans le système libéro-ligneux foliaire de *Barringtonia macrocarpa*. Mêmes explications que pour la fig. 2, p. 339. — Les boucles indiquent les niveaux où les faisceaux rentrant dans la tige tournent sur eux-mêmes.

*Erratum.* Lire VI<sub>1g</sub> et VI<sub>1d</sub>, au lieu de VI<sub>3g</sub> et VI<sub>3d</sub>, au niveau de la section internodale, 6<sub>3g</sub> et 6<sub>3d</sub>, au lieu de 6<sub>2g</sub> et 6<sub>2d</sub>, au niveau de la section pétioleaire.

1° Que le faisceau médian VI, reçoit sur ses bords les faisceaux 61<sub>g</sub>, 61<sub>d</sub>, puis rentre directement dans la couronne normale ;

2° Que tous les autres faisceaux principaux deviennent corticaux dans la tige.

Les faisceaux VI1<sub>g</sub> et VI1<sub>d</sub> rentrent dans la tige en s'écartant du faisceau VI. Ils *tournent* ensuite brusquement sur eux-mêmes, de telle sorte que leur orientation, normale dans la feuille, *devient inverse* dans la tige. Ils descendent ensuite à peu près verticalement dans le parenchyme cortical.

Les faisceaux VI2<sub>g</sub>, VI3<sub>g</sub>, d'une part, VI2<sub>d</sub>, VI3<sub>d</sub>, d'autre part, s'accolent rapidement deux à deux, à la base de la feuille. Mais ils se séparent de nouveau dans le nœud pour y subir chacun une torsion qui amène leur bois vers l'extérieur. La torsion effectuée, ils s'accolent de nouveau. Il est à remarquer que la torsion de chacun de ces faisceaux se fait symétriquement par rapport à l'autre dans la même paire.

Les faisceaux VI4<sub>g</sub> et VI4<sub>d</sub> pénètrent dans la tige en conservant leur position marginale dans le système foliaire. Puis après avoir subi une torsion semblable à celle des faisceaux précédents, ils se rapprochent du plan de symétrie de la feuille VI et viennent se placer respectivement *derrière* les faisceaux VI3<sub>g</sub> et VI3<sub>d</sub>, au bord extérieur desquels ils ne tardent pas à s'accoler.

Un peu plus bas, le long de l'entre-nœud VI, le faisceau VI2<sub>g</sub> renforcé des faisceaux VI3<sub>g</sub>, VI4<sub>g</sub>, et le faisceau VI2<sub>d</sub> renforcé des faisceaux VI3<sub>d</sub>, VI4<sub>d</sub>, s'accolent respectivement au bord des faisceaux VI1<sub>g</sub>, VI1<sub>d</sub>. Dès lors, le système foliaire ne compte plus que 3 faisceaux principaux dont le médian appartient à la couronne normale, et les latéraux demeurent dans l'écorce.

*b.* Les faisceaux antérieurs 61<sub>g</sub>, 61<sub>d</sub> de la section pétioleaire, pénètrent directement dans la tige, puis se divisent chacun en deux branches dont l'une s'accole au bord correspondant du faisceau VI, et dont l'autre (62<sub>g</sub>, 62<sub>d</sub>) reste libre. Celle-ci traverse radialement le rang des faisceaux principaux et lui *devient postérieure* dans la base du nœud. Elle subit alors *une torsion* qui amène son bois vers l'extérieur. Les deux faisceaux 62<sub>g</sub> et 62<sub>d</sub> descendent ensuite verticalement dans le parenchyme cortical.



Les faisceaux 63<sub>g</sub>, 63<sub>d</sub> s'accolent au bord correspondant des faisceaux VI1<sub>g</sub> et VI1<sub>d</sub>, au-dessus du niveau de leur torsion.

c. Quant aux faisceaux postérieurs, ils descendent directement de la feuille dans la tige, en conservant sensiblement leurs positions relatives. Déjà orientés bois en dehors dans la feuille, ils ne subissent aucune torsion à leur rentrée dans la tige. Ordinairement ils se divisent plus ou moins dans le nœud et s'envoient des anastomoses de l'un à l'autre, constituant ainsi en arrière des faisceaux principaux une sorte de petit réseau tangentiel à mailles irrégulières. Les faisceaux 62<sub>g</sub> et 62<sub>d</sub>, devenus postérieurs dans la tige, se sont joints à ce réseau et reçoivent à ce titre des anastomoses des autres faisceaux postérieurs.

A aucun des niveaux inférieurs les faisceaux corticaux du système foliaire VI *ne contractent de rapports directs avec les tissus de la couronne libéro-ligneuse normale*. Ils se terminent tous inférieurement, soit en se jetant les uns sur les autres, soit en s'accolant aux faisceaux corticaux ou aux faisceaux rentrants des feuilles inférieures.

*Parcours des faisceaux au-dessus de la section pétioleaire. Leur pénétration et leur distribution dans le limbe*, (B) fig. 9. — Le parcours des faisceaux dans la nervure médiane est, dans ses grandes lignes, celui que nous avons décrit chez les Lécythidées. C'est aussi de la même façon que s'opèrent les sorties des faisceaux principaux, antérieurs et postérieurs dans les nervures latérales.

a. Nous devons faire remarquer cependant que le système des faisceaux antérieurs, peu important dans la base de la feuille, s'accroît en montant. En effet, non seulement les faisceaux déjà existants se dédoublent, mais encore ils sont renforcés à divers niveaux par des cordons détachés des faisceaux principaux. Il y a de cette façon formation de 10 à 12 faisceaux antérieurs. Ceux-ci d'abord régulièrement distribués sur un rang, se rapprochent ensuite du plan de symétrie de la feuille et s'y fusionnent en un petit nombre de cordons qui se distribuent irrégulièrement sur 2 ou 3 rangs. Cette dernière disposition s'observe facilement sur une section pratiquée



vers le milieu de la nervure médiane. Plus haut encore, la puissance du système antérieur diminue peu à peu et une section pratiquée aux  $\frac{3}{4}$  de la nervure n'en rencontre habituellement plus un seul.

Aucune des nervures latérales ne possède de faisceaux antérieurs distincts. Ceux qui sortent de la nervure principale dans les nervures latérales s'y accolent immédiatement aux bords du faisceau principal.

b. Les faisceaux principaux d'abord nettement isolés les uns des autres sur la section pétiole, se rapprochent peu à peu du plan de symétrie de la feuille, puis se soudent successivement les uns aux autres. En même temps, les faisceaux qui résultent de ces fusions deviennent plus ou moins *annulaires*, s'ils sont gros, plus ou moins *concentriques*, s'ils sont petits.

c. Les faisceaux postérieurs, de même que les faisceaux antérieurs, se dédoublent en montant. Aussi voit-on tout d'abord leur nombre augmenter peu à peu. En même temps, ils se distribuent sur plusieurs rangs, de telle sorte que ceux des rangs extérieurs, qui se sont détachés des bords de ceux du rang intérieur, sont plus petits qu'eux et alternent avec eux. Plus haut encore ces faisceaux des rangs extérieurs viennent se replacer dans les rangs intérieurs et reconstituer un seul arc postérieur. Au milieu de la feuille, l'arc postérieur peut renfermer encore une douzaine de faisceaux. Plus haut, ces faisceaux tendent à s'écarter du plan de symétrie de la nervure; en même temps, ceux qui sont latéraux deviennent, grâce à des anastomoses, un peu plus gros que les médians. Ces faisceaux postérieurs s'épuisent successivement, de même que chez les Lécythidées, soit par des sorties dans les nervures latérales, soit par accollement aux faisceaux principaux, soit par extinction libre; mais, contrairement à ceux des Lécythidées, ils persistent *plus longtemps* que les faisceaux antérieurs.

Nous avons montré que tous les faisceaux antérieurs qui sortent de la nervure principale dans une nervure latérale, s'accollent immédiatement aux bords du faisceau principal de cette nervure. Il en est de même habituellement pour les faisceaux postérieurs. Cependant, ceux de ces derniers qui pénètrent dans les plus grosses nervures

latérales, y restent *indépendants* du faisceau principal, *inversement orientés et postérieurs*.

A tous les niveaux de la nervure médiane et des nervures latérales, les faisceaux principaux et les faisceaux antérieurs sont *normalement* orientés. De même, les faisceaux postérieurs sont partout *inversement* orientés.

La ramification du système libéro-ligneux dans le limbe de *B. macrocarpa* diffère peu de celle de *Gustavia angusta*. On peut même dire qu'elle lui ressemble davantage que celle de la plupart des Lécythidées elles-mêmes. A part les quelques petits faisceaux postérieurs qui se rencontrent dans la base des grosses nervures secondaires, les faisceaux de toutes les branches de cette ramification sont normalement orientés.

Nous avons précédemment décrit, p. 330, les terminaisons du système libéro-ligneux dans le limbe. Nous n'y reviendrons donc pas.

#### b. Autres Barringtoniées (par comparaison avec *B. macrocarpa*).

Chez toutes les Barringtoniées que nous avons étudiées, le système foliaire nous a paru présenter, dans son ensemble, la forme que nous venons de décrire chez *B. macrocarpa*. Les caractères particulièrement constants, comparés à ceux des Lécythidées, sont : 1° l'existence d'un seul faisceau rentrant dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige ; 2° la torsion rapide, au niveau du nœud, de tous les faisceaux rentrants dont l'orientation était normale dans la feuille et qui descendent dans l'écorce de la tige ; 3° l'orientation renversée des faisceaux postérieurs à tous les niveaux du système foliaire ; 4° dans la comparaison du système des faisceaux antérieurs et du système des faisceaux postérieurs chez une même espèce, le plus grand développement et la plus grande persistance de ce dernier.

Toutefois, nous avons rencontré, suivant les espèces, des modifi-

cations d'ordre secondaire sur lesquelles nous allons donner quelques détails.

a. Les faisceaux principaux constituent la partie du système foliaire dont la puissance et la forme sont certainement les plus constantes (1) dans toute la tribu. Ainsi, dans la base des énormes feuilles de *Barringtonia speciosa* (long. 25-28 cent.), nous n'avons observé que 9 faisceaux principaux de même que dans les petites feuilles de *Stravadium album* (long. 10-12 cent.). Certainement le nombre de ces faisceaux peut varier dans certaines espèces, mais ces variations sont peu fréquentes et peu accentuées.

b. Au contraire, la puissance du système des faisceaux antérieurs et celle des faisceaux postérieurs sont très variables. Nous avons compté une douzaine de faisceaux antérieurs à la base de la feuille de *Stravadium insigne* et de *Barringtonia racemosa*, une quinzaine chez *B. neo-caledonica*, une vingtaine chez *B. speciosa* et *Stravadium integrifolium*. Dans ces trois dernières espèces ils étaient distribués plus ou moins régulièrement sur 2 rangs, les plus petits étant les plus rapprochés de la surface antérieure de la feuille. Vers le milieu de la feuille de *B. racemosa* les faisceaux antérieurs sont réduits à quelques faisceaux un peu plus gros; aux  $\frac{3}{4}$  de la nervure, ils sont tous disparus. Le système antérieur persiste un peu plus longtemps chez *B. neo-caledonica*, *B. speciosa* et *S. integrifolium*, nous l'y avons vu représenté encore par 1, 2 ou 3 faisceaux dans la base du quart supérieur de la feuille.

Chez d'autres espèces (*Botryoropsis luzonensis*, *Barringtonia costata*, *B. acutangula*), le système des faisceaux antérieurs est au contraire moins bien développé que chez *B. macrocarpa*. Il n'y est plus représenté que par un seul faisceau dès le milieu de la nervure principale. Les feuilles de *Stravadium album* et de *Foetidia mauritiana* ne nous ont montré de faisceaux antérieurs à aucun niveau du système foliaire.

De même que celles de *B. macrocarpa*, les nervures secondaires de toutes les Barringtoniées sont dépourvues de faisceaux antérieurs distincts.

(1) La comparaison étant faite avec des feuilles adultes de taille moyenne dans chaque espèce.

c. Le nombre des faisceaux postérieurs est encore plus variable que celui des faisceaux antérieurs. La base de la feuille de *B. macrocarpa* en possède quelquefois une douzaine qui sont très régulièrement rangés sur un arc postérieur. C'est le cas habituel chez *Stravadium album*, *Barringtonia costata* et *B. intermedia*. Il en existe une quinzaine chez *Stravadium insigne*, *B. neo-caledonica*. *B. racemosa*, et une vingtaine chez *S. integrifolium*, *B. speciosa*. Mais tandis que chez certaines espèces ces faisceaux sont, à tous les niveaux, rangés sur un seul arc, chez d'autres (*S. album*, *S. insigne*, *B. intermedia*, *B. neo-caledonica*, *B. racemosa*), ils sont très nettement, à la base de la feuille, distribués sur deux rangs, quelquefois même sur trois rangs concentriques. D'un rang au suivant les faisceaux sont *très régulièrement alternes*; et ce sont les faisceaux les plus rapprochés de la face postérieure de la feuille qui sont les plus petits. La distribution des faisceaux sur plusieurs rangs disparaît en montant dans la feuille. Quelques espèces (*B. neo-caledonica*, *B. racemosa*, *B. speciosa*), possèdent encore 6 à 7 faisceaux postérieurs dans la base du quart supérieur de la nervure médiane. De même que celles de *B. macrocarpa*, les grosses nervures latérales de *B. intermedia* possèdent habituellement 1 ou 2 faisceaux postérieurs distincts. Nous en avons compté jusqu'à 5 et 6 dans la base des grosses nervures latérales de *B. speciosa* et de *B. neo-caledonica*. Chez toutes les autres Barringtoniées étudiées elles en étaient dépourvues. Chez les Barringtoniées à petites feuilles (*B. acutangula*, *B. costata*, *Botryoropsis luzonensis*), les faisceaux postérieurs ne dépassent pas la moitié de la nervure principale. Ceux de *Foetidia mauritiana* s'élèvent à peine à quelques millim. au-dessus de la base de la feuille.

J'ai trouvé dans l'herbier LENORMAND de Caen un échantillon de *Barringtonia* particulièrement intéressant mais non déterminé et malheureusement non déterminable. Dans cet échantillon chaque feuille, dont la longueur peut atteindre jusqu'à 25 cent., ne reçoit de la tige que 7 faisceaux principaux, et ceux-ci sont relativement de petite taille. Ils ne sont accompagnés *ni de faisceaux antérieurs*, *ni de faisceaux postérieurs*.

En somme, tandis que le nombre des faisceaux principaux rentrant dans la tige ne varie que dans de très faibles limites, au contraire l'importance des faisceaux antérieurs et postérieurs est



excessivement variable. Toutefois, ces variations ne semblent concorder avec la taille de la feuille que dans des limites assez restreintes.

D. — *a. Napoleona imperialis* P.-BEAUV. (1).

*Distribution des faisceaux libéro-ligneux sur une section basilaire du pétiole VI* (2). — Une section transversale pratiquée dans la base du pétiole de la feuille VI de *Napoleona imperialis* ne rencontre que 3 faisceaux ; ce sont, (B), fig. 10 :

VI<sub>1g</sub>, VI, VI<sub>1d</sub>.

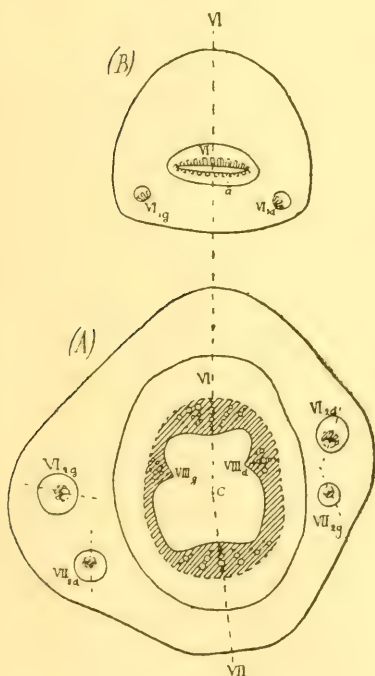


Fig. 10. *Napoleona imperialis*. (A) Section transversale de l'entre-nœud VI; (B) Section transversale du pétiole. — Mêmes explications que pour la fig. 1, p. 335.

Tous trois sont des faisceaux principaux. Les deux latéraux sont

(1) La tige de *N. imperialis* est distique.

(2) Voir la note 2, page 347.

très petits ; le médian est large et annulaire. La section ne rencontre ni faisceaux antérieurs, ni faisceaux postérieurs.

*Distribution des faisceaux sur une section transversale de l'entre-nœud VI, (A) fig. 10.* — La couronne libéro-ligneuse ne renferme, à ce niveau, que 4 faisceaux, qui sont :

2 larges faisceaux VI et VII situés aux extrémités d'un même diamètre (1),

2 petits faisceaux VIII<sub>g</sub>, VIII<sub>d</sub>, situés à gauche et à droite du faisceau VI, à environ 70° de lui.

La section internodale rencontre en outre 4 faisceaux corticaux qui sont très rapprochés deux à deux du plan perpendiculaire à celui des faisceaux VI et VII. A gauche se trouvent les faisceaux VI<sub>2g</sub> et VII<sub>2d</sub>, à droite les faisceaux VI<sub>2d</sub> et VII<sub>2g</sub>. Les faisceaux VI<sub>2g</sub> et VI<sub>2d</sub> sont notablement plus gros que les deux autres ; leur orientation est à peu près normale. L'orientation des faisceaux VII<sub>2d</sub> et VII<sub>2g</sub> est telle que leurs plans de symétrie sont sensiblement parallèles au plan CVII.

*Parcours des faisceaux entre la section basilaire de la feuille VI et la section internodale VI, (A) fig. 11.* — Le faisceau médian VI du pétiole descend directement jusqu'à la section internodale et vient y occuper la position de même nom dans la couronne libéro-ligneuse normale. Le long de ce parcours il subit toutefois les quelques modifications suivantes. Vers la base du pétiole, son anneau libéro-ligneux s'ouvre antérieurement en son milieu, puis les bords ainsi formés s'écartent peu à peu l'un de l'autre, de telle sorte que finalement l'anneau est transformé en un arc libéro-ligneux qui rentre à la façon habituelle dans la couronne normale de la tige. Toutefois, jusqu'au dernier moment, on peut reconnaître la limite entre l'arc externe de l'anneau primitif et les parties, devenues latérales, de son arc antérieur. En somme, la rentrée de ce faisceau médian de *Napoleona* se fait de la même façon que celle

(1) Pour être plus exact nous devrions dire que ces faisceaux se trouvent aux extrémités de deux rayons, qui font habituellement entre eux un angle d'environ 170°.

du système libéro-ligneux foliaire entier des Myrtacées dans les espèces où ce système comprend un arc postérieur et deux massifs antérieurs (*l. c.*, p. 397).

Le faisceau  $VI_{1g}$  descend jusqu'à la base du pétiole à peu près

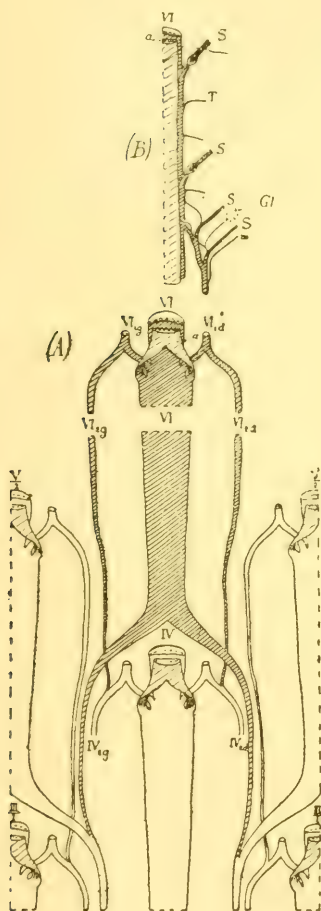


Fig. 11. — Parcours des faisceaux dans le système libéro-ligneux foliaire de *N. imperialis*. — Mêmes explications que pour la fig. 5, p. 350.

On n'a pas oublié les faisceaux corticaux des autres.

parallèlement au faisceau VI. A ce niveau il se divise en une branche extérieure qui s'écarte rapidement du faisceau VI et une branche intérieure qui s'en rapproche. Celle-ci s'accôle ensuite à ce faisceau en s'intercalant entre le bord de son arc externe et le bord

correspondant de son arc interne. La branche extérieure vient occuper la position VI<sub>2g</sub> de la section internodale.

Le parcours du faisceau VI<sub>1d</sub> est symétrique de celui de VI<sub>1g</sub> par rapport au plan foliaire VI.

*Terminaison inférieure des faisceaux du système foliaire VI.*

— Le faisceau VI descend verticalement, sans subir de déviations et en diminuant peu à peu de taille jusqu'au nœud IV, dont la feuille est située verticalement au-dessous de la feuille VI. A la partie supérieure de ce nœud, il se divise en deux branches égales, VI<sub>1g</sub>, VI<sub>1d</sub>, qui s'écartent à droite et à gauche du système foliaire rentrant; ces branches descendent ensuite verticalement le long de l'entre-nœud IV. Elles se terminent, au nœud III, en s'accolant respectivement aux branches V<sub>d</sub>, V<sub>g</sub>, qui viennent de s'y former de la même façon qu'elles par dichotomie du faisceau médian de la feuille V.

Les faisceaux corticaux VI<sub>2g</sub>, VI<sub>2d</sub>, descendent à peu près verticalement mais en diminuant de taille jusqu'au nœud IV. A ce niveau ils se rapprochent du plan foliaire VI et s'accolent aux faisceaux corticaux rentrants IV<sub>2g</sub> et IV<sub>2d</sub>. Il est à remarquer qu'entre les nœuds VI et IV, les faisceaux corticaux VI subissent une *torsion sur eux-mêmes*. En effet, leur orientation à peu près normale, au nœud VI, change peu à peu en descendant, au point que, dans l'entre-nœud V, leurs plans de symétrie soient devenus *parallèles au plan foliaire VI*. Cette torsion rappelle donc celle des faisceaux corticaux des Barringtoniées, mais jamais elle n'est, comme chez ces dernières, suffisamment complète pour que l'orientation des faisceaux corticaux devienne renversée. En outre elle se fait lentement.

*Parcours des faisceaux au-dessus de la section pétioleaire. Leur distribution dans le limbe, (B) fig. 11.* — Le faisceau médian de la section pétioleaire pénètre directement dans la nervure médiane. Dans ce parcours, la couronne de ce faisceau s'aplatit en formant une double bande libéro-ligneuse qui simule un large faisceau bicollatéral, fig. 43, pl. xiii.

A partir de la section basilaire du pétiole chacun des faisceaux



latéraux, VI<sub>lg</sub> et VI<sub>ld</sub>, se rapproche insensiblement du faisceau médian. Chemin faisant il émet, vers le bord du pétiole, d'abord un lobe très grêle qui sort plus haut dans une très petite nervure marginale, *m*, puis un lobe un peu plus gros qui pénètre dans une seconde nervure, *S*, peu distante de la précédente et qui semble, à première vue, être la vraie nervure marginale. Ensuite chacun des faisceaux latéraux, continuant, dans la base de la nervure principale, à se rapprocher du faisceau médian, ne tarde pas à se diviser en deux branches égales dont l'une pénètre dans la première nervure secondaire (1), tandis que l'autre vient s'accoler au bord du faisceau médian (entre le bord de son arc extérieur et le bord correspondant de son arc antérieur). A partir de ce niveau donc la nervure médiane ne possède plus qu'un seul faisceau. — Le parcours que nous venons de décrire dans la base de la feuille de *N. imperialis* démontre que les faisceaux latéraux du pétiole sont des faisceaux principaux comparables à ceux des autres Lécythidacées, mais dont la puissance est relativement très faible.

Le long de la nervure médiane son unique faisceau fournit successivement tous les faisceaux des nervures latérales. Ceux-ci sont de deux sortes. Les uns, ceux des petites nervures, se détachent entièrement des bords de l'arc externe. Les autres, ceux des grosses nervures, emportent : 1° un gros lobe détaché du bord de l'arc externe ; 2° deux petits lobes détachés du bord de l'arc interne et qui s'accolent aussitôt aux bords du précédent.

Ces sorties successives épuisent peu à peu le faisceau médian et vers les  $\frac{2}{3}$  de la nervure principale, sa bande libéro-ligneuse antérieure est complètement épuisée. Ce faisceau ne reste plus dès lors représenté que par un arc extérieur normal.

Le parcours et les contacts des faisceaux libéro-ligneux dans les nervures secondaires et d'ordre supérieur rappellent ceux que nous avons décrits pour les autres Lécythidacées.

La terminaison de ce système libéro-ligneux dans le limbe se fait par de petites ramifications fibreuses que nous avons décrites p. 332. Ces ramifications rappellent davantage celle de *Couratari guianensis* que celles de *Gustavia augusta*.

(1) C'est entre cette nervure et la précédente que se trouve la glande décrite p. 333.

Quelques ramifications libéro-ligneuses se perdent dans le tissu des glandes basilaires du limbe, *Gl*, ainsi que nous l'avons indiqué p. 333.

*b.* Autres Napoléonées (par comparaison avec *N. imperialis*).

Le parcours du système libéro-ligneux foliaire, tel que nous venons de le décrire chez *N. imperialis*, s'applique à peu de chose près à *N. Witfieldii*. Il nous a semblé cependant que chez ce dernier les faisceaux corticaux étaient plus grêles. Leur torsion y était aussi moins facilement visible.

Chez *Asteranthos brasiliensis*, la tige est encore distique ; mais elle est en outre fortement dorsiventrale, et à cette particularité correspond une distribution particulière de ses faisceaux. En effet, la trace foliaire de cette espèce comprend encore 3 faisceaux, dont 1 gros médian et 2 petits latéraux. Le médian rentre dans la couronne normale comme précédemment. Mais, tandis que du côté hypertrophié de la tige, le faisceau latéral reste cortical comme chez les *Napoleona*, du côté atrophié, le faisceau latéral se rapproche beaucoup du faisceau médian et *rentre dans la couronne* normale. Ainsi donc, la forme de la trace foliaire d'*A. brasiliensis* ressemble à celle des *Napoleona*, mais l'une de ses moitiés étant moins développée que l'autre, le faisceau latéral de ce côté rentre dans la couronne normale au lieu de rester cortical. Par suite, toute section internodale ne rencontrant que 2 traces foliaires, ne montrera que 2 faisceaux corticaux, et ces faisceaux seront tous deux dans la moitié hypertrophiée de la tige. Ajoutons que ces faisceaux ne semblent se tordre que très faiblement sur eux-mêmes, si tant est même qu'ils se tordent.

Au nœud de sortie du système foliaire, le faisceau médian envoie, de même que chez *Napoleona*, un lobe à chacun des faisceaux latéraux, mais ce lobe est très gros. Le faisceau médian d'*Asteranthos* est beaucoup moins large que celui de *Napoleona* et jamais il ne devient annulaire, de telle sorte que jamais, à aucun niveau, il ne

possède d'arc antérieur à orientation renversée. Le reste du parcours des faisceaux dans le limbe ne présente rien de bien particulier, si ce n'est le réseau fibreux que nous avons déjà décrit précédemment dans l'étude du mésophylle, p. 332.

#### § IV. — Résumé.

La structure de la tige et celle de la feuille des Lécythidacées présentent des particularités très intéressantes, tant au point de vue de l'Anatomie générale qu'à celui de la Systématique. Nous allons les résumer aussi brièvement que possible et essayer de les grouper de manière à montrer le parti que l'on en peut tirer.

A. 1. Le système libéro-ligneux foliaire (1) des Lécythidacées se compose, dans la tige, dans le pétiole, dans la base de la nervure médiane et quelquefois dans celle des grosses nervures secondaires, d'un *grand* nombre de faisceaux nettement *isolés les uns des autres*.

Parmi ces faisceaux foliaires il y a lieu de distinguer : des faisceaux *principaux*, des faisceaux *postérieurs*, des faisceaux *antérieurs* (2).

2. Les faisceaux *principaux* sont tous rangés sur *un seul* arc *largement ouvert*. Ce sont *les plus gros* du système foliaire. Ils sont en nombre *impair*. Le médian est le plus puissant ; les autres sont d'autant plus petits qu'ils sont plus latéraux.

Chez les Gustaviées et certaines autres Lécythidées, ces faisceaux sont à peu près *concentriques* ou *annulaires* ; chez presque toutes les autres Lécythidées ils sont au moins *arqués* ou *en éventail*.

En montant vers le haut de la feuille, les faisceaux principaux se rapprochent les uns des autres puis se fusionnent. Les faisceaux

(1) Voir à ce sujet la note 1, p. 298.

(2) Voir sur la position de l'observateur la note 1, p. 316. — Ces faisceaux antérieurs et postérieurs sont des faisceaux *surnuméraires* (LIGNIER O., De la forme du système libéro-ligneux foliaire. *Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*, sér. IV, T. II, 1889).

résultant de cette fusion sont ordinairement *annulaires*. Les faisceaux principaux sont les seuls qui subsistent toujours jusqu'au sommet des nervures.

En descendant de la feuille dans la tige, le parcours des faisceaux principaux présente les particularités suivantes :

Chez les Lécythidées, les *trois* faisceaux médians rentrent *individuellement* dans la couronne normale, les autres restant corticaux. Tous sont *normalement* orientés à tous les niveaux.

Chez les Barringtoniées, le faisceau médian rentre *seul* dans la couronne normale, tous les autres deviennent corticaux. Ces derniers subissent, au niveau de rentrée dans la tige, une torsion de  $180^\circ$  autour de leurs trachées initiales, et leur orientation, normale dans la feuille, devient *inverse* dans la tige, c'est-à-dire que leur bois est dès lors extérieur et leur liber intérieur.

Le système foliaire des Napoléonées comprend, dans le pétiole, cinq faisceaux dont les latéraux de chaque côté peuvent être réunis en un seul (1). De ces cinq faisceaux, les *trois* médians se réunissent à la base de la feuille et rentrent, *accollés en un seul*, dans la couronne normale. Le marginal de chaque côté devient cortical dans la tige. — Chez *Asteranthos*, l'un des faisceaux marginaux rentre *isolément* dans la couronne normale, voir p. 372. — Les faisceaux corticaux peuvent alors subir en descendant un commencement de torsion lente qui rappelle celle des faisceaux de Barringtoniées, mais cette torsion est moindre de  $90^\circ$  et elle n'empêche pas de considérer l'orientation des faisceaux comme à peu près normale.

3. Les faisceaux *postérieurs* sont distribués sur 1, 2 ou 3 arcs concentriques extérieurs à l'arc principal et sur lesquels ils alternent de l'un à l'autre. Ils sont plus petits que les faisceaux principaux, et d'autant plus grêles qu'ils sont plus extérieurs. On les rencontre surtout *dans la base* du système foliaire. Dans la tige ils sont tous corticaux. Ils passent directement du parenchyme cortical de la tige dans celui de la feuille.

Ces faisceaux manquent chez les Napoléonées.

Chez les Barringtoniées on les retrouve dans la tige, dans le pétiole, dans les  $\frac{2}{3}$  inférieurs de la nervure médiane et dans la base des grosses nervures secondaires. Ils s'y prolongent *plus haut que les faisceaux antérieurs*. Leur orientation est *inverse* dans tous les cas et à tous les niveaux.

Chez les Lécythidées, l'orientation des faisceaux postérieurs est toujours *normale*. En outre ces faisceaux se prolongent, dans la feuille, *moins haut que les faisceaux antérieurs*. Ceux des Gustaviées pénètrent jusque dans la base de la nervure médiane, tandis que ceux des Eulécythidées (toutes les autres Lécythidées) ne s'élèvent pas au-dessus de la base de la feuille.

(1) Par suite, une section transversale du pétiole ne semble renfermer que 3 faisceaux.



4. Les faisceaux *antérieurs* sont rangés sur 1, 2 ou 3 arcs concentriques intérieurs à l'arc principal. Ils sont d'autant plus petits qu'ils sont plus antérieurs. Leur nombre est *pair*. Ils peuvent alterner d'un rang au suivant. Le maximum de développement de ces faisceaux se trouve dans la base de la nervure médiane et dans le pétiole. Si on les suit de ce niveau vers la tige on les voit, au nœud de rentrée, venir s'accoler aux bords des faisceaux principaux rentrants. Deux d'entre eux échappent cependant au sort commun ; ils traversent radialement le rang principal de chaque côté du faisceau médian et deviennent *corticaux* dans la tige.

Dans le pétiole et la base de la nervure médiane des Barringtoniées les faisceaux antérieurs restent nettement isolés les uns des autres ; dans les nervures ils persistent *moins haut que les faisceaux postérieurs*. Les deux faisceaux antérieurs qui, dans la tige, deviennent corticaux, se tordent de 180° en pénétrant dans le parenchyme cortical et acquièrent de suite une orientation *inverse*, de même que tous les autres faisceaux corticaux des Barringtoniées.

Les faisceaux antérieurs des Lécythidées sont tous et à tous les niveaux orientés *normalement*. Dans le pétiole des Gustaviées ils sont ordinairement nombreux, bien isolés, bien rangés sur plusieurs arcs. Chez les Eulécythidées ils sont moins abondants et plus ou moins accolés en une bande libéro-ligneuse antérieure. Chez toutes les Lécythidées ils pénètrent dans la feuille jusqu'à un niveau *supérieur à celui qu'atteignent les faisceaux postérieurs*.

Les faisceaux antérieurs manquent chez les Napoléonées.

5. *a.* Lorsqu'on suit le parcours des faisceaux de la nervure médiane depuis sa base jusqu'à son sommet, on voit que la façon dont ils fournissent successivement les faisceaux sortant dans les nervures latérales, obéit aux règles suivantes.

Le faisceau des petites nervures latérales se détache toujours *uniquement* du bord de l'arc principal. Le faisceau ou le système de faisceaux qui sort dans chaque grosse nervure latérale peut comprendre : un gros faisceau détaché du bord de l'arc principal (1), un ou plusieurs faisceaux détachés, soit du bord de l'arc antérieur, soit du bord de l'arc postérieur, soit des deux à la fois. Ces derniers peuvent ou bien rester *libres* dans la nervure latérale ou bien venir s'y *accoler* de suite aux bords du faisceau principal.

(1) Ainsi que nous l'avons exposé précédemment, p. 344, il arrive généralement que, dans la moitié supérieure de la nervure médiane, les faisceaux principaux sont devenus plus ou moins annulaires. Dans ce cas, le faisceau sortant se détache *latéralement*, entre la moitié extérieure et la moitié intérieure de cet anneau.

Au-delà du niveau de la nervure médiane, où les faisceaux antérieurs et postérieurs sont épuisés, tous les faisceaux sortant dans les nervures latérales se détachent uniquement des bords de l'arc principal, le seul subsistant.

b. Les rapports qui s'établissent entre le système libéro-ligneux des grosses nervures latérales et le faisceau des nervures qui s'en détachent, ressemblent entièrement à ceux que nous venons de décrire entre la nervure médiane et les nervures secondaires.

c. Lorsqu'une nervure quelconque ne renferme qu'un seul faisceau, c'est de ses bords que se détachent ceux qui sortent dans les nervures voisines. C'est donc à la façon habituelle que se produit la ramification des faisceaux dans ces petites nervures du limbe. Il en résulte que les principales particularités présentées par la forme du système libéro-ligneux des Lécythidacées dans les régions amincies du limbe, sont suffisamment indiquées par la simple inspection de l'extérieur de la nervation.

B. Si l'on vient à comparer dans les tiges des diverses espèces de Lécythidées, les positions relatives qu'y occupent les faisceaux des systèmes foliaires successifs, on remarque bien vite que ces positions sont susceptibles de subir des variations énormes (Ex. : *Gustavia augusta* fig. 2, p. 339 et *Lecythis ollaria*, fig. 7, p. 357); quelquefois même de telles variations se produisent le long d'un même rameau. Elles sont d'autant plus accentuées que la symétrie des rameaux est plus différente; elles sont faibles ou nulles dans les rameaux qui ont une même symétrie (Ex. *Couratari guianensis*, fig. 5, p. 350, *Lecythis ollaria*, fig. 7, p. 357 et *Napoleona imperialis*, fig. 11, p. 369).

Ces variations dans la position relative des faisceaux ont pour conséquence des modifications considérables dans la façon dont s'établissent les rapports et les contacts de ces faisceaux entre eux, et il deviendrait littéralement impossible de ramener à un type unique, ou même simplement de comparer directement entre eux, les enchevêtrements de forme si variable ainsi constitués. Nous venons de montrer comment la considération du système libéro-ligneux foliaire indépendant de ses voisins à l'origine rend au

contraire facile et profitable la comparaison des systèmes libéro-ligneux de toutes ces tiges, quelles que soient leur complication et leurs modifications.

C. 1. La couronne libéro-ligneuse normale de la tige des Lécythidées est toujours *dépourvue de liber interne*. Le liber externe y est *stratifié*, c'est-à-dire formé de bandes concentriques alternativement scléreuses et parenchymateuses. Les bandes scléreuses sont composées de fibres dont les parois comprennent deux couches, l'une, extérieure, rigide, l'autre, intérieure, plus molle, plus brillante. Dans cet ensemble le liber primaire est représenté par les deux bandes extérieures. Elles sont plus épaisses que les autres, l'une, intérieure, est parenchymateuse, l'autre, extérieure, est fibreuse et constitue presque toujours une *gaine mécanique* puissante adossée au parenchyme cortical. Dans cette dernière, les fibres sont plus larges que celles des strates intérieures. Les fibres libériennes secondaires se forment par recloisonnement longitudinal des cellules cambiales. C'est de la même façon que sont constitués les îlots grillagés dans lesquels se trouvent localisés les tubes cribreux.

Le bois est de même fréquemment mais irrégulièrement stratifié. Les fibres ligneuses ont souvent une structure et une origine analogues à celles des fibres libériennes. Les vaisseaux sont de petite taille; ils sont habituellement couverts de petites aréoles transversales.

Les rayons de faisceaux de la couronne normale sont nombreux, bien caractérisés, en général formés de 2 à 4 files cellulaires côte à côte.

2. Dans les faisceaux des traces foliaires et dans ceux de la feuille les tissus libéro-ligneux ressemblent à ceux de la couronne normale (1), mais avec les modifications qui distinguent habituellement les faisceaux foliaires des faisceaux caulinaires. Le bois est beaucoup plus vasculaire et moins fibreux, les vaisseaux sont plus grêles, se rapprochent davantage de la trachée et sont rangés en longues files radiales. Les rayons de faisceaux sont plus étroits, plus nom-

(1) Peut-être cependant quelques faisceaux de la feuille sont-ils bicollatéraux? voir pp. 358, 356 et 370.

breux. Le liber ne renferme que rarement des strates fibreuses secondaires. Par contre, la gaine mécanique primaire est plus développée. Si le faisceau est concentrique ou annulaire, elle l'enveloppe complètement; s'il est simplement arqué, le demi-anneau mécanique extérieur, né du liber, se complète souvent aux dépens des fibres primitives (1) qui bordent la région ligneuse contre la face interne du faisceau.

La gaine mécanique d'un faisceau est d'autant plus épaisse relativement au reste de ses tissus, qu'il est plus rapproché de la surface de l'organe. Chez les Lécythidées il existe une gaine semblable autour de chacun des faisceaux du limbe, et les faisceaux marginaux peuvent n'être représentés que par un large paquet de fibres. Dans les mêmes faisceaux des Barringtoniées et des Napoléonées, la gaine mécanique est beaucoup moins bien représentée.

Il y a lieu de noter que la base de la feuille est une région dans laquelle la gaine mécanique des faisceaux foliaires est interrompue, ou au moins dans laquelle elle est plus faible qu'au-dessus et au-dessous. Ce fait qui coïncide chez quelques espèces avec la présence, à la surface de la base de la feuille, de gros bourrelets plissés transversalement, correspond probablement à des besoins de redressement et d'abaissement de la feuille.

3. Tandis que les faisceaux foliaires de la couronne normale ont une structure intermédiaire qui se rapproche un peu de celle des régions interfasciculaires de cette couronne, les faisceaux corticaux de la tige ressemblent à peu près complètement à ceux des feuilles.

4. Les ramifications diaphragmatiques que le système libéro-ligneux envoie dans le limbe à l'intérieur des mailles de la nervation, sont représentées tantôt par des trachées courtes, tantôt par des fibres courtes quelquefois très larges, lisses ou ponctuées.

D. 1. Le parenchyme médullaire, très large chez les Barringtoniées et les *Gustavia*, plus étroit chez les Eulécythidées et surtout chez les Napoléonées, ne présente pas de particularités notables,

(1) Voir pp. 323 et 329.



si ce n'est peut-être des canaux gommeux chez quelques espèces (voir p. 305).

2. Le parenchyme cortical de la tige est surtout caractérisé par la présence de faisceaux corticaux. Son assise interne n'est que rarement différenciée d'une façon spéciale.

E. 1. La structure de l'épiderme est spécifiquement très variable. On peut cependant dire qu'il est habituellement formé de petites cellules sur la tige, le pétiole et les nervures. C'est aussi sur ces régions que sont presque toujours localisés les poils, lorsqu'il s'en produit.

Les poils manquent chez les Napoléonées. Ceux des Lécythidées sont ordinairement unicellulaires, courts, rigides et pointus, quelquefois papilliformes. Ceux des Barringtoniées peuvent être plus longs et bi- ou tri-cellulaires unisériés.

2. Les stomates ne se rencontrent que sur le limbe et presque toujours seulement à sa face inférieure.

Chez les Napoléonées, les Barringtoniées et les Gustaviées, ils se forment toujours par trois cloisons obliques les unes sur les autres, celles-ci limitant une cellule triangulaire intérieure qui est mère des cellules stomatiques. Les stomates des Eulécythidées sont tantôt constitués de la même façon et tantôt par apparition de trois cloisons parallèles comprenant entre elles les deux cellules stomatiques. Dans les deux cas des cloisons radiales peuvent s'établir ultérieurement autour des cellules stomatiques.

3. Le limbe des *Napoleona* porte à sa base et sur sa face inférieure deux glandes dont la structure rappelle celle des glandes en cupules des Rosacées et surtout celle des glandes de *Cerasus lauro-cerasus*.

F. Tous les tissus parenchymateux de la tige et de la feuille des Lécythidacées renferment du tannin et des cristaux nombreux d'oxalate de chaux. *Jamais nous n'y avons observé de glandes oléo-résineuses*, soit uni-, soit pluri-cellulaires (1).

(1) Nous n'avons pu nous procurer de *Petersia* dans la feuille duquel on a signalé des points translucides.

Le tannin se localise dans des cellules spéciales, souvent superposées en files longitudinales qui, par leur forme, rappellent les laticifères articulés.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont des prismes chez les Napoléonées. Ce sont ordinairement des prismes ou des macles prismatiques chez les Lécythidées et fréquemment des macles en oursins chez les Barringtoniées.

G. 1. Les tissus de décortication de la tige se produisent toujours soit *dans l'assise sous-épidermique*, soit *très près de cette assise*. Le liège de décortication est habituellement formé de cellules plates; il peut être stratifié.

2. Dans le pétiole et la base de la nervure médiane de presque toutes les Lécythidacées, l'épiderme est séparé du tissu fondamental primaire par une épaisse couronne de *parenchyme secondaire*: celui-ci s'est formé par recloisonnement *centrifuge* de l'assise sous-épidermique.

H. a. Comparées plus spécialement aux Calycanthées (1) (et aux Monimiacées), les Lécythidacées s'en distinguent par les caractères suivants :

1° Les tissus libéro-ligneux secondaires de la tige sont stratifiés. Les fibres ligneuses n'y sont jamais striées; le liber renferme des files de cellules cristalligènes;

2° Le système libéro-ligneux foliaire se compose de faisceaux nombreux et bien individualisés; ce sont des faisceaux principaux, des faisceaux antérieurs et des faisceaux postérieurs;

3° La tige renferme des faisceaux libéro-ligneux corticaux. — Les Calycanthées en possèdent quatre, il est vrai, comme les *Napoleona*, et l'orientation de ces faisceaux est renversée comme chez les Barringtoniées; mais ceux des Barringtoniées sont nombreux et non réunis en 4 groupes; ceux des Napoléonées sont normalement orientés;

4° Les tissus parenchymateux sécrètent beaucoup de tannin et ne renferment ni cellules oléigènes ni laticifères articulés;

5° L'épiderme est dépourvu de cellules glandulaires à granulation centrale (cystolithe rudimentaire?);

6° La distribution des feuilles sur la tige est alterne;

(1) Voir LIGNIER O., *Rech. sur l'Anat. comp. des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées*, Arch. Bot. du nord de la France, Lille, 1887.

7° Les cristaux d'oxalate de chaux sont de grande taille ; ce sont des macles en oursins et des prismes. Jamais ils n'apparaissent à l'origine sous forme de granulations concentriques ;

8° Le liège de décortication est composé de cellules plates ;

9° Les stomates se forment ordinairement par 3 cloisons en triangle (1).

## b. Comparées aux Mélastomacées,

α. Les Lécythidacées s'en distinguent par les caractères suivants :

1° Le liber externe de la couronne normale de la tige est stratifié ;

2° Le liber interne n'existe ni dans la couronne normale de la tige, ni, peut-être, dans les faisceaux foliaires ;

3° Les faisceaux antérieurs du système foliaire ne deviennent jamais médullaires dans la tige ;

4° Le système foliaire possède de nombreux faisceaux postérieurs. — Seul parmi les Mélastomacées, le genre *Lasiandra* nous a montré deux faisceaux postérieurs dans la base de la nervure médiane. Ces faisceaux sont peut-être comparables à ceux des Lécythidacées ;

5° La nervation de la feuille est pennée et le système libéro-ligneux foliaire présente des modifications corrélatives de cette disposition ;

6° La tige est alterne ;

7° Les faisceaux corticaux ne sont ordinairement pas réunis en quatre groupes ;

8° Les parois cellulaires de tous les tissus sont ordinairement plus épaisses, plus résistantes ;

9° Le tannin est plus souvent localisé dans certaines cellules ;

10° La surface de décortication est toujours très voisine de l'épiderme ;

11° Les tissus de décortication, quoique également stratifiés, le sont différemment ;

12° Les poils sont ordinairement unicellulaires, pointus et à paroi épaisse ;

13° Les cristaux d'oxalate de chaux peuvent être prismatiques.

(1) Il est à remarquer que, malgré leur absence complète de parenté avec les Lécythidacées, les Calycanthées offrent cependant certaines particularités semblables aux leurs et bien remarquables. Ainsi, il y a absence de liber interne et présence d'îlots fibreux dans le liber primaire externe ; la surface de décortication est sous-épidermique ; le système libéro-ligneux foliaire comprend 3 faisceaux bien individualisés ; le médian, rentrant dans la couronne normale de la tige, est relié, dans le nœud de rentrée, aux faisceaux marginaux par des anastomoses transversales qui rappellent un peu celles des *Napoleona* ; les faisceaux marginaux deviennent corticaux dans la tige et leur orientation est renversée (comme chez les Barringtoniées). Ceci ne peut en rien infirmer les résultats que nous avons indiqués relativement à l'emploi de l'Anatomie en classification, mais il montre simplement avec quelle prudence l'Anatomiste doit s'en servir. Il fait en outre prévoir la nécessité d'établir la subordination des caractères anatomiques.

β. Elles s'en rapprochent,

Par le fractionnement de leur système libéro-ligneux foliaire (faisceaux principaux et faisceaux antérieurs bien individualisés), la tendance des faisceaux à devenir annulaires et l'orientation normale des faisceaux antérieurs.

Par l'aplatissement de l'arc foliaire et la présence de faisceaux corticaux dans la tige ;

Par l'abondance du tannin et l'absence de glandes oléigènes ;

Par la présence de files de cellules cristalligènes.

c. Comparées aux Myrtacées ,

α. Les Lécythidées s'en distinguent par les caractères suivants :

1° Le système libéro-ligneux foliaire est largement ouvert. Il est composé de faisceaux nombreux et bien individualisés. Il renferme des faisceaux postérieurs. Les faisceaux antérieurs y ont toujours, au moins dans la feuille, une orientation normale, sauf chez *Napoleona* ;

2° La tige renferme des faisceaux libéro-ligneux corticaux ;

3° Le liber interne manque dans la couronne normale de la tige et peut-être aussi dans tous les faisceaux foliaires ;

4° Le parenchyme fondamental de la tige et de la feuille ne renferme aucune glande oléo-résineuse ;

5° La nervation des feuilles est toujours pennée ;

6° La surface de décortication de la tige se produit toujours très près de l'épiderme ;

7° Les cellules grillagées ne sont représentées que par des tubes cribreux.

β. Elles s'en rapprochent au contraire ,

Par la stratification des tissus libériens et le développement de la gaine fibreuse dans le liber primaire ;

Par la présence de tannin dans tous les tissus ;

Par la tendance des faisceaux libéro-ligneux à devenir annulaires. — Cependant chez les Myrtacées, c'est le système foliaire entier et non chaque faisceau qui tend à prendre cette forme ;

Par la forme des poils qui sont ordinairement unicellulaires, pointus et ont des parois épaisses ;

Par la distribution des cellules cristalligènes en files longitudinales et la forme des cristaux (mâcles en oursins et prismes souvent coudés) ;

Par le mode de formation habituel des stomates.

---



Ce résumé montre, qu'à côté de notions intéressantes pour l'Anatomie générale, la structure de la tige et de la feuille des Lécythidacées fournit un certain nombre de caractères très nets, au moyen desquels il va nous être possible de distinguer cette famille de ses voisines. De plus il relève de nombreuses particularités, grâce auxquelles on peut facilement caractériser les 3 tribus dont se compose la famille : Lécythidées, Barringtoniées et Napoléonées (1). Le tableau suivant indique les principales de ces particularités dans chaque tribu.

BARRINGTONIÉES. Chaque système libéro-ligneux foliaire comprend des faisceaux *principaux*, des faisceaux *antérieurs* et des faisceaux *postérieurs*. — Parmi les faisceaux principaux le médian est *le seul* qui rentre dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige ; tous les autres restent corticaux. — Les faisceaux postérieurs pénètrent dans les nervures *plus haut* que les faisceaux antérieurs. — Tous les faisceaux postérieurs de la feuille, tous les faisceaux corticaux de la tige sont orientés *inversement*. — La symétrie de la tige appartient aux cycles  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,... — La moelle est *large*. — Les stomates se constituent par 3 cloisons *formant un triangle*. — La gaine fibreuse des faisceaux corticaux est généralement *annulaire*. — Les poils, lorsqu'ils existent, sont *uni-* ou *bi-* ou *tri-cellulaires* unisériés. — Les cristaux d'oxalate de chaux sont ordinairement des *macles en oursins*.

LÉCYTHIDÉES. Chaque système libéro-ligneux foliaire comprend des faisceaux *principaux*, des faisceaux *antérieurs* et des faisceaux *postérieurs*. — Parmi les faisceaux principaux, les *trois* médians rentrent *individuellement* dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige. — Les faisceaux postérieurs s'élèvent le long du système foliaire, *moins haut* que les faisceaux antérieurs. — Tous les faisceaux de la feuille et de la tige sont orientés *normalement*.

(1) Des particularités plus spéciales, que nous a fournies l'étude des genres et des espèces, nous font penser qu'il serait relativement facile de pousser plus loin l'emploi des données anatomiques dans le groupement des espèces. Cependant, malgré la presque certitude que nous avons à ce sujet et parce que nous n'avons pu étudier des échantillons en nombre et en qualité suffisants, nous préférons nous abstenir de présenter dès maintenant les résultats auxquels nous sommes arrivé.

— Les cristaux d'oxalate de chaux sont habituellement des *prismes* et des *macles prismatiques*.

*Gustaviées*. Les faisceaux postérieurs pénètrent *jusque dans la base de la nervure médiane*. — Les faisceaux antérieurs du pétiole sont ordinairement *très nombreux, bien individualisés* et distribués sur *plusieurs rangs*. — La moelle est *large*. — Les stomates s'établissent par *3 cloisons en triangle*. — La gaine fibreuse des faisceaux corticaux est *annulaire*. — Les poils sont *unicellulaires*, courts, pointus et rigides.

*Eulécythidées*. Les faisceaux postérieurs ne pénètrent pas dans la base de la feuille ; ils *n'existent que dans la tige* et même peuvent manquer complètement. — Les faisceaux antérieurs du pétiole sont *peu nombreux* et plus ou moins *soudés en une bande antérieure*. — La tige est *distique*. — Les stomates se forment soit par *3 cloisons en triangle*, soit par *2 cloisons parallèles*. — La gaine mécanique des faisceaux corticaux forme habituellement un *croissant convexe* vers l'extérieur. — Les poils sont *uni-, bi- ou tri-cellulaires* unisériés.

NAPOLÉONÉES. Le système libéro-ligneux foliaire ne possède *ni faisceaux antérieurs, ni faisceaux postérieurs*. Il ne comprend que cinq faisceaux principaux. — De ces cinq faisceaux principaux, les *trois médians se réunissent en un seul* pour rentrer dans la couronne libéro-ligneuse normale. Les deux marginaux descendent seuls dans l'écorce de la tige (chez *Asteranthos*, l'un d'eux rentre même *isolément* dans la couronne normale). — Dans le pétiole, les deux faisceaux principaux latéraux de chaque côté sont *réunis en un seul*. — La tige est *distique*. — La moelle est *étroite*. — *Jamais* il n'existe de poils. — Les stomates se forment par *3 cloisons en triangle*. — Les cristaux d'oxalate sont des *prismes*.

Est-il possible de déterminer, *rapidement et en se servant des caractères anatomiques*, la tribu ou la sous-tribu à laquelle appartient une Lécythidacée donnée ? Nous n'hésitons pas à répondre par l'affirmative. Pour y arriver le mieux sera de se servir d'une section transversale, soit d'un *entre-nœud*, soit plutôt du *pétiole* (ou de la base de la nervure médiane si la feuille est sessile) (1).

(1) M. PETIT (Le Pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'Anatomie comparée et de la Taxinomie, *Mém. de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 3<sup>e</sup> sér., T. III, 1887) choisit de préférence pour cet usage une coupe du sommet du pétiole et l'appelle « caractéristique ». C'est qu'en effet cette coupe donne souvent plus d'indications que les autres sur la forme du système libéro-ligneux foliaire. Dans le cas présent, ce choix a moins d'importance.

Certainement la lecture de ces deux coupes ne peut fournir que des données bien incomplètes sur l'anatomie de la plante ; en effet, certains des caractères anatomiques que nous venons de signaler comme très importants, ne s'y trouvent même pas indiqués, d'autres y sont difficiles à reconnaître. Cependant cette lecture peut encore permettre de déterminer, avec *très grande* chance de succès, la tribu ou la sous-tribu à laquelle appartient l'espèce étudiée. Nous donnons ci-dessous la clef dichotomique nécessaire pour l'interprétation de chacune de ces coupes internodale et pétiolaire. Dans ces clefs nous nous sommes surtout préoccupé de n'employer que des caractères faciles à lire.

### Section internodale.

|                                                     |                                                                                                                                               |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                               |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------|--------------|
| Les faisceaux<br>corticaux<br>sont tous<br>orientés | {                                                                                                                                             | <i>inversement</i> . La moelle est large.....                                     | BARRINGTONIÉES.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                               |              |
|                                                     |                                                                                                                                               | <i>normalement</i> (ou à<br>peu près normale-<br>ment). Ces fais-<br>ceaux sont : | <table><tr><td rowspan="2">{</td><td><i>nombreux</i> (plus de 8)..</td><td>LÉGYTHIDÉES.</td></tr><tr><td><i>au nombre de 4</i> (ou de<br/>2 situés du même côté<br/>du plan de symétrie<br/>des feuilles successi-<br/>ves). La moelle est<br/>étroite.....</td><td>NAPOLÉONÉES.</td></tr></table> | { | <i>nombreux</i> (plus de 8).. | LÉGYTHIDÉES. |
| {                                                   | <i>nombreux</i> (plus de 8)..                                                                                                                 | LÉGYTHIDÉES.                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                               |              |
|                                                     | <i>au nombre de 4</i> (ou de<br>2 situés du même côté<br>du plan de symétrie<br>des feuilles successi-<br>ves). La moelle est<br>étroite..... | NAPOLÉONÉES.                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                               |              |

### Section pétiolaire.

Un seul arc libéro-ligneux comprenant 3 (ou 5) faisceaux *prin-  
cipaux* (ni faisceaux antérieurs, ni faisceaux postérieurs)... NAPOLÉONÉES

|                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                         |                                          |   |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---|--------------------|
| Nombreux<br>faisceaux dis-<br>tribués sur<br>plusieurs<br>arcs concen-<br>triques. On<br>y distingue : | { | des faisceaux <i>prin-<br/>cipaux</i> , et des<br>faisceaux <i>anté-<br/>rieurs</i> (pas de fais-<br>ceaux postérieurs) .....                                                           | <i>Eulécythidées.</i>                    | } | LÉCYTHIDÉES.       |
|                                                                                                        |   | des faisceaux <i>prin-<br/>cipaux</i> , des fais-<br>ceaux <i>antérieurs</i><br>et des faisceaux<br><i>postérieurs</i> . Les<br>faisceaux <i>posté-<br/>rieurs</i> sont orien-<br>tés : | <i>normalement.... Gusta-<br/>viées.</i> |   |                    |
|                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                         | <i>inversement.....</i>                  |   | .. BARRINGTONIÉES. |

§ V. — Discussion sur la valeur morphologique des faisceaux corticaux des Lécythidacées et sur la cause de leur orientation renversée chez les Barringtoniées.

a. M. MARCUS M. HARTOG (*l. c.*) pense que les faisceaux corticaux des Lécythidacées doivent être considérés comme des faisceaux d'ailes qui seraient concrescentes avec la tige. Malgré ce qu'a de séduisant cette hypothèse nous ne pouvons l'admettre pour les raisons suivantes. Tout d'abord nous avons démontré que certains d'entre ces faisceaux n'appartiennent pas aux marges des systèmes foliaires, mais bien à leur région médiane (ce sont des faisceaux antérieurs et postérieurs) : ils ne peuvent donc être dénommés faisceaux d'ailes. En outre, tantôt les deux faisceaux principaux situés immédiatement de chaque côté du faisceau médian des systèmes foliaires, sont corticaux (Barringtoniées), et tantôt ils rentrent dans la couronne normale (Lécythidées et Napoléonées). De telle sorte que ces faisceaux, bien qu'homologues, devraient, suivant les cas, être considérés comme faisceaux d'aile ou comme faisceaux de tige. Bien mieux, chez *Asteranthos brasiliensis*, le même faisceau appartiendrait à la tige d'un côté du système foliaire et à l'aile du côté opposé (1). Nous croyons que ces raisons paraîtront suffisantes pour faire rejeter l'hypothèse présentée par M. HARTOG. Mais si ces faisceaux corticaux ne sont pas des faisceaux d'ailes que sont-ils donc ?

Si l'on étudie la différenciation des tissus sous le point de végétation du bourgeon terminal, on voit que l'apparition des faisceaux principaux de chaque système foliaire précède celle de la couronne procambiale normale au même niveau. Il y a donc lieu de juger de la position de la couronne normale par rapport aux faisceaux principaux et non de celle des faisceaux principaux par rapport à cette couronne. Or, voyons quelle est la distribution des faisceaux principaux dans la tige indépendamment de la couronne normale. D'après la description que nous en avons donné, l'espace occupé par chaque système foliaire présente, sur une section transversale pratiquée à la base de la feuille dont il dépend, la forme d'un croissant à conca-

(1) Enfin les 5 faisceaux de chaque cotylédon rentrent tous dans la couronne normale, voir pg. 397 et fig. 12 p. 400.



tivité *très faible* et intérieure : en outre , les faisceaux y sont *très espacés*. En descendant vers l'extrémité inférieure de cette trace on voit les bords du croissant se raccourcir et en même temps *se retourner un peu vers l'extérieur*. D'autre part, les diverses traces foliaires que l'on rencontre à un même niveau sont distribuées les unes par rapport aux autres de telle façon que les cornes de leurs croissants s'entre-croisent les unes dans les autres. Il résulte de ces rapports réciproques des traces foliaires que sur une section pratiquée à un niveau quelconque de la tige : 1° leurs faisceaux principaux médians sont tous à peu près *également distants* de l'axe de la tige et semblent *placés côte à côte* ; 2° que les faisceaux principaux, de plus en plus latéraux des diverses traces sont *de plus en plus et inégalement éloignés* de l'axe de la tige ; ils s'entremêlent d'une trace à l'autre en se rapprochant de la surface de la tige. Une telle dispersion des faisceaux foliaires au milieu du tissu fondamental de la tige ne permet pas que tous soient compris dans la couronne normale, lorsque celle-ci va se former par apparition et extension de leur zone cambiale. Ce sont seulement les faisceaux les plus intérieurs , c'est-à-dire les plus gros , les mieux rangés côte à côte et ceux chez lesquels le fonctionnement cambial est le plus intense , ce sont ceux-là seuls qui pourront s'agglomérer entre eux en formant la couronne normale (1). Ceux qui sont plus extérieurs étant plus grêles , irrégulièrement distribués , n'acquérant qu'un fonctionnement cambial moins intense ou même nul, resteront isolés les uns des autres entre la couronne et la surface ; *on les dira corticaux*. Pour des raisons analogues les faisceaux postérieurs ont un sort semblable à celui des faisceaux principaux latéraux. Chez les Lécythidées , la concavité plus accentuée du croissant foliaire et peut-être aussi une distribution réciproque un peu différente des traces foliaires , fait que 3 faisceaux principaux de chaque trace participent à la formation de la couronne normale , alors que chez

(1) Si cette façon de comprendre la couronne libéro-ligneuse devait être , ainsi que nous le croyons , étendue aux autres Dicotylédones , elle amènerait à ne faire considérer l'existence de cette couronne que comme l'indication de la tendance qu'ont les faisceaux à s'accroître au moyen de productions secondaires et en suivant les lois habituelles qui régissent la formation des tissus secondaires (\*). On pourrait dès lors prévoir que cette couronne n'occupe pas des positions rigoureusement *homologues* dans tous les cas.

(\*) C.-EG. BERTRAND, Loi des surfaces libres, *Bull. de la Soc. bot. de France*, T. XXI, 1884.

les Barringtoniées il n'y en a qu'un seul. L'anomalie de l'*Asteranthos brasiliensis* s'explique de la même façon et dépend de la déformation évidente que présente la symétrie bilatérale de chaque système foliaire. En effet la dorsiventralité de la tige a pour conséquence une incurvation centripète plus grande de l'un des bords du système foliaire et par suite l'englobement de ce bord dans la couronne normale (1).

Ainsi donc les faisceaux corticaux des Lécythidacées sont des faisceaux foliaires ordinaires, mais qui n'ont pu être agglomérés dans la couronne normale en raison de leur *grand écartement* les uns des autres et de la forme du système foliaire, celui-ci étant *largement* ouvert et non fortement convexe comme chez la plupart des Dicotylédones (2).

b. L'orientation régulièrement inverse de certains faisceaux des Barringtoniées est un fait d'autant plus remarquable que, dans le reste de la famille, l'orientation de ces mêmes faisceaux est normale. Quelle est donc la raison de cette particularité ?

Nous avons montré ailleurs (3) que le système libéro-ligneux des grosses nervures, du pétiole et de la tige devait, dans certains cas, être considéré comme représenté par un arc plus ou moins plissé sur lequel seraient répartis les faisceaux. Nous avons ajouté que l'orientation de ces faisceaux peut subir des variations plus ou moins complètes suivant la forme des plis de l'arc et la position qu'y occupent ces faisceaux. Nous croyons que c'est à des faits de cet ordre qu'il faut attribuer l'orientation *inverse* des faisceaux corticaux de

(1) L'explication que nous venons de donner des faisceaux corticaux des Lécythidacées s'applique également à ceux des Calycanthées et des Mélastomacées. Mais dans ces plantes, la distribution verticillée de leurs feuilles amène la réunion des faisceaux corticaux en 4 groupes angulaires. Chez beaucoup de Mélastomacées où les faisceaux corticaux sont plus nombreux, ils s'agglomèrent souvent en couronnes de plus en plus petites vers l'extérieur. Chacune de ces couronnes libéro-ligneuses corticales se forme d'une façon analogue à celle de la couronne dite normale des Dicotylédones et des Gymnospermes.

(2) Il y a lieu de remarquer que la différenciation des tissus primaires et plus tard celle des tissus secondaires de la couronne normale, tendent à accentuer peu à peu la différence entre les faisceaux de la couronne et ceux de l'écorce, en même temps qu'elles semblent les écarter de plus en plus les uns des autres.

(3) LIGNIER O., De la forme du système libéro-ligneux foliaire, *Bull. de la Soc. Linéenne de Normandie*, Sér. IV, T. II, 1889.

la tige des *Barringtoniées* et celle des faisceaux postérieurs de leur feuille. Notre hypothèse rend compte également de ce fait que les faisceaux principaux des bords de chaque système foliaire ont une orientation normale dans le pétiole, inverse dans la tige ; elle permet d'expliquer la torsion qu'ils subissent entre ces deux régions par leur déplacement sur l'arc foliaire. La demi-torsion que nous avons signalée chez certains faisceaux corticaux des *Napoléonées* se trouve expliquée de la même façon. Quant à la régularité avec laquelle se produit l'inversion chez les *Barringtoniées*, elle serait simplement la conséquence de la régularité que présentent d'une part la forme des plissements de l'arc foliaire, et d'autre part la distribution des faisceaux sur cet arc.

---

## CHAPITRE DEUXIÈME.

---

### LA RACINE.

---

#### *Gustavia Leopoldi* (1).

##### I. — Étude d'une grosse racine.

A. *Structure primaire.* — a. *Faisceau libéro-ligneux.* Le faisceau libéro-ligneux primaire d'une grosse racine de *G. Leopoldi* est généralement 5-polaire, fig. 39, pl. XII ; cependant il peut être 6-ou même 7-polaire. L'étoile ligneuse comprend : 1<sup>o</sup> une large région

(1) Les racines dont nous nous sommes servi pour cette étude provenaient de germinations et nous ont été envoyées par M. MARCUS M. HARTOG. D'après cet éminent botaniste, la plante désignée par les horticulteurs sous le nom de *G. Leopoldi* est probablement une variété de *G. speciosa*.

centrale parenchymateuse, *Pfp*; 2° de petits groupes vasculaires isolés et nettement délimités,  $\Delta$ , qui correspondent aux pôles ligneux. Au centre de la région parenchymateuse les cellules sont larges et courtes; à la périphérie elles deviennent plus allongées et plus grêles, en même temps que leurs parois s'épaississent et se ponctuent. Ce parenchyme, d'aspect médullaire, renferme quelques files de cellules tannifères et quelques files, moins nombreuses, de cellules cristalligènes. Chacun des groupes vasculaires qui forment les sommets de l'étoile ligneuse, comprend 8 à 10 petits vaisseaux aréolés, dont les plus larges sont les plus intérieurs et atteignent à peine 0<sup>mm</sup> 02 de diamètre; chaque groupe possède en outre 1 à 3 trachées extérieures. Leurs trachées initiales sont dès l'origine séparées du parenchyme cortical par une cellule procambiale qui se différencie ensuite en cellule péricambiale.

Les groupes libériens primaires,  $\Lambda$ , fig. 32, pl. xi, sont, comme d'habitude, intercalés aux pôles ligneux. Ils sont représentés par des îlots grillagés formés de très petites cellules; ces îlots proviennent du recloisonnement longitudinal de cellules procambiales. La plus extérieure et la première des cellules procambiales ainsi recloisonnées est le plus souvent séparée du parenchyme cortical par une autre cellule procambiale qui se différencie ensuite en cellule péricambiale; mais fréquemment aussi elle est directement contiguë au parenchyme cortical. Dans ce dernier cas c'est la plus extérieure de ses cellules filles qui se différencie ultérieurement en cellule péricambiale et séparera ainsi la première cellule grillagée de la gaine protectrice (1).

Nous venons de montrer comment se forme l'assise péricambiale en face des pôles ligneux et des pôles libériens. Entre ces différents points elle se différencie aux dépens de l'assise périphérique des cellules procambiales.

*b. Parenchyme cortical.* Ce tissu comprend 10 à 15 assises de cellules parenchymateuses, courtes et larges. Son assise interne se

(1) Lorsqu'on suit une racine de sa base vers son sommet, il arrive assez fréquemment qu'on voit diminuer le nombre des pôles de son faisceau. Nous avons toujours observé, dans ce cas, que deux pôles ligneux se rapprochent l'un de l'autre puis se fusionnent; le pôle libérien intercalé diminue peu à peu d'importance puis disparaît un peu avant la fusion des pôles ligneux. Une fusion de ce genre est indiquée sur la fig. 39, pl. xii,  $\Delta \Delta$ .



caractérise à peine comme gaine protectrice, et le cloisonnement tangentiel habituel y semble peu important, ou du moins il cesse de bonne heure. De telle sorte que les assises corticales immédiatement extérieures ne présentent que très peu la distribution radiale.

L'assise externe du parenchyme cortical est caractérisée comme assise subèreuse; ses parois sont minces et brunes. Cette assise fournit par recloisonnement tangentiel 4 à 5 rangs de cellules intérieures.

Des files de cellules tannifères *Gt* sont disséminées dans tout le parenchyme cortical.

*c. Assise pilifère.* L'assise pilifère, *Ap*, est représentée par un rang de cellules régulières dont les parois sont légèrement épaissies et subérifiées. Elle simule assez bien un épiderme. Nous n'y avons pas observé de poils radicaux.

*B. Tissus secondaires. — a. Tissus libéro-ligneux.* La zone cambiale établie d'abord contre le bord interne des groupes libériens primaires ne tarde pas à s'étendre latéralement et à recouvrir complètement l'étoile ligneuse pour former une zone circulaire.

Le fonctionnement de cette zone comprend deux périodes. Pendant la première elle produit *presque exclusivement du liber*, et il y a formation de 25 à 30 assises libériennes contre 2 à 4 assises ligneuses seulement, fig. 39, pl. xii. Mais ensuite, pendant la deuxième période, la production du tissu ligneux devient plus active, tandis que la production libérienne diminue, de telle sorte que dans une racine un peu âgée l'épaisseur du bois secondaire est beaucoup plus grande que celle du liber secondaire.

Le bois secondaire est presque entièrement parenchymateux. Ses éléments sont des vaisseaux aréolés ou quelquefois réticulés et de nombreuses fibres recloisonnées transversalement; ces dernières cellules ont sensiblement le même diamètre et sont régulièrement distribuées en lignes radiales; leurs parois sont minces. Les seuls éléments ligneux à parois épaisses sont des fibres isolées ou groupées par paquets de 2 à 4, dont l'ensemble forme des strates concentriques. Ces fibres se forment par recloisonnement longitudinal de cellules cambiales. Lorsqu'elles sont isolées, leur section

est habituellement triangulaire, parce que la cloison à laquelle elles doivent leur existence, est apparue dans l'angle d'une cellule cambiale. En somme, les fibres ligneuses sclérifiées ressemblent beaucoup aux fibres libériennes et, comme elles, elles sont stratifiées.

Le liber secondaire de la seconde période ressemble beaucoup à celui de la tige. Ses strates fibreuses sont plus serrées, plus puissantes et mieux fournies que celles du bois. Le liber secondaire de la première période diffère du précédent par la distribution irrégulière et le grand nombre de ses paquets fibreux. Pendant la production de ces tissus secondaires le liber primaire écrasé se transforme en de petits paquets cellulotiques informes. Ce liber primaire ne fournit donc pas de fibres comme celui de la tige; il n'est pas non plus isolé du liber secondaire par une large bande parenchymateuse.

Les rayons de faisceaux sont très bien caractérisés et nombreux. Beaucoup d'entre eux sont larges de trois rangs de cellules. Les mieux caractérisés se trouvent souvent soit en face des pôles ligneux primaires, soit immédiatement de chaque côté de ces pôles (1). Ces rayons se continuent d'une façon très régulière et en s'élargissant un peu dans le liber de la seconde période.

Les rayons, de même que le parenchyme central de l'étoile ligneuse, sont remplis d'amidon.

*b. Tissus de décortication.* Peu de temps après l'apparition de la zone cambiale, l'assise péricambiale commence à se recloisonner activement, fig. 39, pl. XII. Les tissus produits sont presque uniquement compris entre la zone génératrice et la gaine protectrice; ils sont formés de cellules plates, gorgées de tannin, dont la paroi reste mince et se subérise assez rapidement. Plus tard, une surface de décortication s'établit à la périphérie de ce liège. — Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer les décortications ultérieures.

## II. — Radicelles.

Dans les racines les plus grêles que nous ayons observées (elles

(1) Dans ce dernier cas, le petit groupe vasculaire de l'étoile ligneuse primaire semble se continuer extérieurement par les productions libéro-ligneuses secondaires comprises entre les deux rayons de faisceaux, et cet ensemble donne, sous un faible grossissement, l'illusion d'un faisceau unipolaire de tige.

mesuraient  $\frac{1}{2}$  millim. de diamètre), le faisceau était tétrapolaire, fig. 32, pl. XI. Dans ces racines, chaque pôle ligneux était, de même que dans les grosses, représenté par un groupe de trachées et de vaisseaux grêles; de même aussi les 4 groupes étaient nettement délimités et isolés les uns des autres par un tissu parenchymateux central; toutefois celui-ci était très réduit. Il nous a semblé que ces petites radicules n'acquerraient jamais de productions libéro-ligneuses secondaires.

L'insertion des petites racines de *G. Leopoldi* se fait en face des pôles ligneux de la racine support (1).

### *Barringtonia racemosa.*

Les petites radicules de *B. racemosa* sont beaucoup plus grêles que celles de *G. Leopoldi*. Une section transversale de ces radicules montre cependant qu'elles ont des tissus à peu près semblables. C'est uniquement sur le parenchyme cortical que porte la réduction diamétrale de l'organe. Le faisceau de la radicule de *B. racemosa* est de même taille que celui de *Gustavia*; il est également tétrapolaire. De même aussi sa région centrale est occupée par des fibres primitives d'aspect parenchymateux, mais ses lames ligneuses sont plus grêles, chacune d'elle n'étant formée que par une seule file d'éléments lignifiés, très grêles.

Les plus grosses racines de *B. racemosa* que nous ayons observées possédaient un faisceau hexapolaire dont le diamètre était un peu plus grand que celui du faisceau pentapolaire des grosses racines de *G. Leopoldi*. Les lames ligneuses de ces racines, de même que celles des radicules, étaient plus étroites que chez *G. Leopoldi*.

### *Napoleona Wilfieldii.*

Dans les radicules de *N. Wilfieldii* le faisceau est tri- ou 'étrapolaire. Le bois y est mieux caractérisé que dans les espèces

(1) Le mauvais état des échantillons dont nous avons disposé ne nous a pas permis d'étudier le sommet végétatif des racines.

précédentes. Il est représenté par une étoile dont la région centrale elle-même est lignifiée et occupée par de petits vaisseaux, et dont les rayons sont longs et étroits. Les massifs libériens sont élargis tangentiellement. Le tissu cortical de ces radicules diffère peu de celui des espèces précédentes; les cellules y sont cependant plus grêles et plus serrées.

Les racines persistantes de *N. Witfieldii* peuvent ne posséder qu'un faisceau tétrapolaire, mais habituellement ce faisceau a 5 ou 6 pôles (1). De même que dans les radicules, la différenciation ligneuse s'étend jusqu'au centre de l'organe et y produit des vaisseaux assez larges, de même aussi les rayons de l'étoile sont très allongés et souvent très étroits. Une zone cambiale apparaît de bonne heure entre le bois et le liber primaire, et ne tarde pas à s'étendre au-delà des pôles ligneux en les enveloppant. A ce moment, cette zone génératrice suit exactement les contours de l'étoile ligneuse primaire et est par suite fortement sinueuse. Cette forme de la zone cambiale persiste d'ailleurs assez longtemps, parce que, de même que chez *G. Leopoldi*, la presque totalité des éléments secondaires produits à l'origine sont extérieurs et libériens. Les larges massifs libériens qui résultent de ce fonctionnement ressemblent d'une façon étonnante à ceux des racines de *G. Leopoldi*.

Les tissus extérieurs au faisceau ne diffèrent de ceux des radicules que par leur plus grande épaisseur. Les files de cellules tannifères y sont abondantes.

Il se produit de bonne heure une zone génératrice circulaire dans l'assise péricambiale de toutes les racines durables de *N. Witfieldii*. Cette zone et les tissus qu'elle produit, ainsi que la décortication qu'elle détermine, rappellent complètement ceux de *G. Leopoldi*.

---

(1) Celui de la racine principale peut en posséder jusqu'à 8 et peut-être même davantage. — D'autre part j'ai pu observer des variations de ces nombres le long d'une même racine. Pour cela l'une des branches de l'étoile ligneuse diminuait en longueur et semblait rentrer dans la région centrale, tandis que les deux massifs libériens voisins se rapprochaient l'un de l'autre et finalement se soudaient en un seul.



CHAPITRE TROISIÈME.

---

GERMINATIONS DE *GUSTAVIA LEOPOLDI* (1).

---

*Extérieur*, fig. 45, pl. XIII. — On sait que les embryons de *Gustavia*, pris dans la graine mûre, sont gros et plus ou moins sphériques. Ils se composent de deux cotylédons larges et hémisphériques et d'une très petite tigelle comprise entre leurs bases.

Nos germinations de *G. Leopoldi* portent encore ces cotylédons et cependant leur tige principale atteint déjà 10 à 15 cm. de longueur; leur racine principale s'enfonce de 25 à 30 cm. dans le sol.

Le diamètre de la tige principale est, au niveau de l'insertion des cotylédons, d'environ 1 cm., mais il diminue rapidement vers le haut. A 4 cm. au-dessus du nœud cotylédonaire il n'est plus que de 5 mm., et de ce niveau jusqu'au bourgeon terminal il ne varie que très peu. Sur toute sa région basilaire cette tige porte des cicatrices foliaires nombreuses, larges et très minces (2). En montant vers le haut, les cicatrices foliaires se dispersent davantage et deviennent normales.

Immédiatement au-dessous de l'insertion des cotylédons se trouve une sorte de bourrelet duquel semble sortir la racine principale. Ce bourrelet, qui est à peine long de 2 mm., paraît continuer la tige principale et représente très probablement l'axe hypocotylé.

Le diamètre de la racine principale est, à sa base, d'environ 8 mm.

(1) Voir la note 1, p. 389.

(2) M. M. HARTOG dit (*l. c.*) que les feuilles inférieures de la tige principale sont décurren-  
tentes. L'âge probablement trop avancé de nos germinations et la subérisation déjà trop  
accusée des cicatrices foliaires et des régions voisines y avaient fait disparaître toute  
indication de cette décurrence.

Il varie peu jusqu'à environ 10 cm. en dessous. Mais à partir de ce dernier niveau la grosseur de la racine décroît graduellement jusqu'à son sommet. Sur cette racine principale sont insérées de nombreuses radicules plus ou moins ramifiées.

Les cotylédons sont hémisphériques. Ils ont 30 à 35 mm. de diamètre. Leur face interne a été bosselée par une compression réciproque dans la graine, fig. 57, pl. XIII. Chacun d'eux est divisé par une profonde fissure longitudinale qui le rend *bifide*. Cette fissure s'étend jusqu'à mi-hauteur sur la face externe, et jusqu'à la base sur la face interne. D'autres fissures transversales se détachent de la précédente mais n'intéressent que la face interne du cotylédon.

La surface d'insertion des cotylédons est très grande. Elle occupe sur la tige principale et pour chacun d'eux un arc d'environ 160° à 170°.

La face sphérique des cotylédons est recouverte d'une mince membrane jaune-brun.

*Structure des Cotylédons et de l'Axe hypocotylé.* — Une section transversale pratiquée dans la région médiane des cotylédons, montre :

*a.* Une assise continue de petites cellules *épidermiques E*, fig. 50, pl. XIII, qui présentent partout le même aspect et ont partout des parois minces. Cet épiderme recouvre entièrement la surface des cotylédons, *y compris les fissures*, fig. 51, pl. XIII ; nulle part il ne présente de trace de discontinuité, et ceci démontre que ces fissures ne sont pas le résultat d'un fendillement des cotylédons pendant la germination, comme on pourrait s'y attendre, mais qu'elles *correspondent à des sillons* compris entre des hypertrophies locales des tissus cotylédonaires.

*b.* Un *mésophylle* parenchymateux. Ce tissu, dont les parois sont minces et dont les cellules sont larges et arrondies, présente partout la même structure. A l'état où nous l'avons observé il ne renfermait qu'une très petite quantité d'amidon sphérique, mais il avait l'aspect d'un réservoir nutritif qui aurait été vidé.

*c. De nombreux faisceaux libéro-ligneux.* Ces faisceaux sont de deux sortes. Les uns, plus gros, sont situés entre la face exté-

rière du cotylédon, fig. 58, pl. xiii. Les autres, très petits, forment un arc qui est plus rapproché de la face intérieure. Les premiers correspondent aux faisceaux principaux de la feuille. Ceux d'entre eux qui sont les plus rapprochés du plan cotylédonaire sont de forme annulaire. Tous les faisceaux du cotylédon sont caractérisés par le faible développement de leurs tissus secondaires et par l'absence d'éléments sclérifiés.

Lorsqu'on suit ces faisceaux du sommet à la base du cotylédon, on observe les faits suivants :

Au niveau de la plus grande largeur du cotylédon il existe de 7 à 9 faisceaux principaux. Ces faisceaux se rapprochent peu à peu les uns des autres vers le bas, les marginaux s'accolant successivement à leurs voisins, de telle sorte qu'à la base du cotylédon il n'existe plus que 5 faisceaux principaux qui pénètrent dans l'axe hypocotylé.

Les petits faisceaux de l'arc antérieur ont un parcours beaucoup moins régulier. Ils émettent souvent des anastomoses de l'un à l'autre ou en échangent avec les faisceaux principaux. En approchant de la base du cotylédon, l'arc antérieur, d'abord normalement concave, se résout en une série d'arcs en guirlandes qui sont convexes et appuient leurs bords aux faisceaux principaux. Ensuite tous les faisceaux antérieurs viennent successivement s'accoler aux faisceaux principaux, et, à la base du cotylédon, ces derniers faisceaux subsistent seuls.

Dans tout le cotylédon l'épiderme et le mésophylle ressemblent à ceux de la section moyenne (1).

*b.* L'axe hypocotylé reçoit donc 5 faisceaux, sensiblement de même taille, de chacun des cotylédons, fig. 12, pg. 400. Les faisceaux médians de ces traces cotylédonaire y occupent les extrémités d'un même diamètre; leurs faisceaux immédiatement latéraux sont à 35°-45° du médian; leurs faisceaux marginaux en sont à 70°-80°. On peut donc dire que chaque trace foliaire occupe environ 160°.

(1) La pellicule qui recouvre la face extérieure des cotylédons est formée d'un tissu parenchymateux dont les cellules sont aplaties parallèlement à la surface, fig. 50, pl. xiii. Extérieurement ce tissu est recouvert par une assise de très grandes cellules. Intérieurement il se transforme, au contact du cotylédon, en un parenchyme corné formé par écrasement. Peut-être cette pellicule représente-t-elle les débris de l'albumen ?

Il résulte de cette rentrée des faisceaux cotylédonaire qu'une section transversale de l'axe hypocotylé rencontre 10 faisceaux bien caractérisés. Les 4 faisceaux marginaux des deux traces cotylédonaire y sont plus rapprochés deux à deux, que les autres faisceaux les uns des autres. Il n'existe entre tous ces faisceaux cotylédonaire aucune trace foliaire caractérisée. Les tissus libéro-ligneux de la couronne normale sont notablement plus parenchymateux que ceux de la tige ordinaire.

Le parenchyme cortical ne renferme aucun faisceau libéro-ligneux. A l'époque où nous l'étudions, d'abondants tissus de décortication se sont développés dans la région externe.

*Base de la tige principale. Ses rapports avec l'axe hypocotylé.*  
— Nos germinations étaient trop âgées et possédaient trop de tissus de décortication pour qu'il nous fût possible de reconnaître d'une façon rigoureuse le parcours des faisceaux dans les traces des feuilles inférieures de la tige principale. Mais cependant nous croyons pouvoir dire : 1° que les feuilles, portées sur la base de cette tige, étaient toutes de petite taille, peut-être même écailleuses ; 2° que leur système libéro-ligneux, très réduit, ne comprenait que des faisceaux principaux, qui rentraient tous dans la couronne libéro-ligneuse normale, — on trouve tous les termes de passage entre ces traces foliaires réduites et les traces normales, en s'élevant de la base vers le sommet de la tige principale ; 3° que le nombre des faisceaux corticaux diminue du haut vers le bas de la tige principale à partir de la région qui porte des feuilles normales. Cette diminution du nombre des faisceaux corticaux résulte : *a*, de ce que ceux qui descendent des feuilles normales se terminent plus bas par accollement à des faisceaux principaux rentrant dans la couronne ; *b*, de ce que les feuilles inférieures n'en fournissent plus.

Quoiqu'il en soit, une section transversale pratiquée immédiatement au-dessus du nœud cotylédonaire ne renferme plus aucun faisceau cortical. Les faisceaux foliaires de la couronne normale y sont eux-mêmes très mal caractérisés et, un peu plus bas encore, au niveau de rentrée des faisceaux cotylédonaire il devient impossible de les reconnaître.



*Racine principale.* — *a.* Une section transversale de la racine principale pratiquée à 2 cm. du nœud cotylédonaire montre la structure habituelle des racines de *Gustavia*. Notons cependant : 1° qu'une surface de décortication produite sous la gaine protectrice a détaché tous les tissus superficiels ; 2° que le faisceau libéro-ligneux primaire est *très large et possède de 16 à 18 pôles* (1). Chacun des pôles de l'étoile ligneuse est représenté par un très petit massif trachéo-vasculaire qui est nettement délimité vers l'intérieur et complètement isolé de ses voisins. Le reste du tissu de l'étoile ligneuse est constitué par un parenchyme dont l'aspect est celui d'une large moelle. fig. 12, pg. 400.

Le tissu libéro-ligneux secondaire forme une épaisse couronne dans laquelle le bois est encore plus parenchymateux que celui de l'axe hypocotylé. Dans ce parenchyme ligneux sont des fibres bien sclérifiées, mais peu nombreuses et cependant stratifiées. Les strates fibreuses sont bien mieux fournies et bien mieux caractérisées dans la couronne libérienne.

En descendant vers le sommet de la racine principale, on ne voit pas de modifications sensibles se produire sur une longueur de 12 à 15 cm. environ. Mais au-delà de ce niveau le nombre des pôles ligneux du faisceau commence à diminuer par fusion de quelques-uns d'entre eux deux à deux. Il en résulte que 5 à 6 centim. plus bas le nombre de ces pôles peut être réduit à 12 et même à 10 (2).

*b.* — Partons de la section transversale de la racine pratiquée à 2 cm. des cotylédons et montons vers la tige principale. A 15 ou 16 mm. du nœud cotylédonaire, certains pôles ligneux de la racine *s'éloignent* presque brusquement ; pour cela il y a d'abord diminution du nombre de leurs éléments ligneux caractérisés, et bientôt chacun

(1) Vu l'âge avancé de la germination et la destruction partielle de ses tissus superficiels, il ne nous a pas été possible de reconnaître les tissus libériens primaires d'une façon suffisamment nette. Aussi ne nous occuperons-nous que des tissus ligneux primaires.

(2) Les sommets des racines étudiées ayant été détruits, nous n'avons pu pousser plus loin nos recherches.

n'est plus indiqué que par une ou deux trachées initiales qui disparaissent à leur tour à *égale distance* des deux pôles voisins, et sans

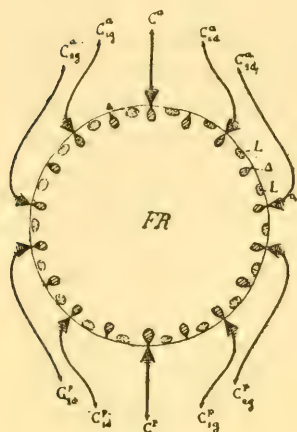


Fig. 12. — Schema montrant, en projection horizontale : 1° le mode de rentrée des faisceaux cotylédonaire dans l'axe hypocotylé ; 2° la position des 10 faisceaux cotylédonaire dans la couronne normale de cet axe ; 3° le faisceau multipolaire, *FR*, de la racine principale. — 10 pôles ligneux radicaux,  $\Delta$ , sont situés en face des 10 faisceaux cotylédonaire, et 8 leur sont intercalés ; *L*, massifs libériens du faisceau radical.

qu'il paraisse s'établir de communication spéciale soit avec ces pôles voisins, soit avec les tissus ligneux secondaires de la couronne normale. Le nombre des pôles qui s'éteignent ainsi est variable, mais toujours il en résulte que le faisceau devient *décapolaire*. De plus, les pôles subsistants se trouvent placés *dans les mêmes plans radiaux que les pôles des 10 faisceaux cotylédonaire*. C'est-à-dire qu'en projection horizontale les massifs trachéo-vasculaires de la racine et ceux des cotylédons se trouveraient placés *en face les uns des autres, sur le même rayon et pointement trachéen à pointement trachéen*, fig. 38, pl. XII.

La structure décipolaire du faisceau de la racine se voit très bien à environ 10 mm. du nœud cotylédonaire. Si l'on monte encore, chaque massif trachéo-vasculaire de ce faisceau semble se diviser radialement en 2 lames dont les bords intérieurs divergent l'un de l'autre, tandis que les bords extérieurs restent attachés aux trachées initiales. Il en résulte une formation ligneuse en V renversé ( $\Lambda$ ). Puis les lames ligneuses continuant à s'écarter en tournant autour des trachées initiales, finissent par se trouver dans le prolongement l'une de l'autre à droite et à gauche de ces dernières. On voit ensuite ces lames se rapprocher vers l'extérieur en formant un V

droit. Enfin elles se rejoignent pour constituer le massif trachéo-vasculaire du faisceau cotylédonaire correspondant. Toutes ces modifications sont complètement effectuées à 3 ou 4 mm. des cotylédons.

Nous avons montré ailleurs (1) que cet arrangement des tissus ligneux en lames tournantes est dû, non à la torsion des faisceaux cotylédonaire, mais à la formation de tissus de mise en contact entre l'axe hypocotylé et la racine principale. La distribution particulière des lames tournantes chez *G. Leopoldi* résulte de la position des pôles trachéens radicaux et cotylédonaire sur les mêmes rayons.

Il résulte des explications ci-dessus que :

1° Les traces cotylédonaire de *Gustavia Leopoldi* sont représentées chacune par 5 faisceaux principaux qui rentrent tous dans la couronne normale et y occupent un arc d'environ 160° à 170° ;

2° Le système libéro-ligneux des feuilles inférieures de la tige principale ne semble pas fournir de faisceaux corticaux. Ceux des feuilles supérieures en produisent ; toutefois les faisceaux corticaux ainsi produits s'accolent probablement successivement aux faisceaux des feuilles inférieures qui rentrent dans la couronne normale. Il en résulte qu'une section pratiquée à la base de la tige principale ne rencontre pas de faisceaux corticaux ;

3° L'axe hypocotylé de *Gustavia Leopoldi* atteint seulement quelques millim. de long ;

4° Chacun des faisceaux cotylédonaire de cet axe donne insertion à un pôle ligneux du faisceau de la racine ;

5° Chaque pôle ligneux radical d'insertion est établi *sur le même rayon* que le pointement trachéen du faisceau cotylédonaire, trachée initiale à trachée initiale ;

6° Le tissu de mise en rapport de chaque massif trachéen radical et du massif cotylédonaire correspondant est constitué par deux lames ligneuses, droite et gauche, qui tournent autour des trachées initiales ;

7° Une partie de nombreux pôles ligneux de la racine principale se

(1) *Loc. cit.*, Calyc. Mél. Myrt., p. 28.

termine supérieurement *en pointe libre* et sans s'insérer sur les faisceaux cotylédonaire. C'est là une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion d'après laquelle la racine principale ne serait pas la continuation inférieure de l'axe hypocotylé, mais bien une racine *insérée dans l'extrémité inférieure* de cet axe.

Un tel mode d'insertion des tissus ligneux de la racine sur ceux des faisceaux cotylédonaire est très rare. Il n'en est que plus intéressant (1).

## CONCLUSIONS.

### I.

*a.* Anticipant sur nos conclusions, nous avons, dès le début de ce travail, considéré les Lécythidacées comme formant une famille bien définie. D'ailleurs, MM. COSTANTIN et DUFOUR (*l. c.*) avaient déjà été amenés par des considérations dont quelques-unes au moins étaient d'ordre anatomique, à émettre une opinion analogue. Nos recherches n'ont donc fait, sur ce point, que confirmer la conclusion de leur note, mais en l'appuyant de preuves nouvelles tirées surtout de la connaissance du *système libéro-ligneux foliaire*. Nous pensons que les faits signalés dans le présent Mémoire et sur lesquels nous appuyons notre opinion, paraîtront suffisamment nets et probants à tous les Botanistes, d'autant qu'en réalité, ils nous ont simplement amené à reprendre l'opinion émise dès longtemps par BRONGNIART (*l. c.*) et édifiée sur la connaissance des caractères floraux et morphologiques. En un mot, nous espérons que ce premier résultat taxinomique sera accepté d'autant plus facilement qu'il n'est nullement en contradiction avec ceux fournis

(1) Dans un travail récent, M. DANGEARD (Rech. sur le mode d'union de la tige et de la racine chez les Dicotylédones, *le Botaniste*, 1889), n'en signale aucun autre cas. Le mode d'insertion du *G. Leopoldi* se montre d'ailleurs comme une nouvelle exception aux règles proposées par ce Botaniste. — Voir l'add. 1, p. 411.



par les caractères généralement employés en systématique, mais qu'il vient simplement appuyer et préciser l'une des opinions émises.

Mais l'opinion de BRONGNIART est-elle toute entière confirmée par la connaissance de la structure des organes végétatifs ? L'anatomie de ces organes permet-elle de réunir, avec lui, dans une même classe les Myrtacées, les Lécythidées (Lécythidacées), les Granatées, les Calycanthées et les Monimiées ? Nous ne le pensons pas. Nous avons, en effet, démontré précédemment (*l. c.*) que les Calycanthées et les Monimiées doivent être éloignées des Myrtacées pour être rapprochées probablement des Lauracées et des Magnoliacées. Les Granatées ressemblent davantage aux Myrtacées, mais elles sont probablement plus voisines encore des Lythariées, ainsi que le veulent BENTHAM et HOOKER. Quant aux Lécythidacées, peut-être doivent-elles être conservées près des Myrtacées ? et dans ce cas, ce serait des Myrtées qu'elles se rapprocheraient davantage. Mais peut-être aussi, la proche parenté de ces deux familles n'est-elle pas aussi étroite qu'on l'admet généralement.

b. Nous avons également admis, dès le début de ce travail, que la famille des Lécythidacées comprend trois tribus : celle des Lécythidées, celle des Barringtoniées et celle des Napoléonées. Le résumé de la p. 373 montre, par la précision des caractères invoqués, combien nous étions autorisé à établir ce classement. D'ailleurs, ici encore, les résultats fournis par l'anatomie des organes végétatifs ne sont pas en contradiction avec ceux qu'offre la lecture de l'appareil floral. En effet, on peut dire que la division en Lécythidées et en Barringtoniées des plantes que nous admettons nous-même dans ces deux tribus, a été depuis longtemps acceptée par la majorité des Botanistes descripteurs, sans cependant que cela soit d'une façon définitive, puisque récemment encore M. BAILLON (*l. c.*) a cru devoir réunir toutes ces plantes sous la dénomination unique de Barringtoniées.

De même, presque tous les Botanistes récents ont rapproché les Napoléonées des plantes précédentes, mais en leur conservant en général leur autonomie. M. MIERS (*l. c.*) est le seul qui revienne à peu près à l'opinion des anciens Botanistes, en plaçant les Napoléonées dans le voisinage des Rhododendrées.

Ainsi donc, dans ce cas comme dans le précédent, l'anatomie des

organes végétatifs ne fait qu'affirmer la préférence qu'on doit avoir pour l'une des opinions antérieurement émises d'après la connaissance de la fleur. Mais il est vrai qu'elle le fait avec une singulière énergie, surtout en ce qui concerne les deux premières tribus.

c. Quelques résultats très nets pour la systématique nous ont encore été fournis par la lecture des organes végétatifs des Lécythidacées. Ils n'ont certes pas des conséquences d'une ampleur comparable à celle des précédents, mais ils n'en sont pas moins très intéressants au point de vue de l'importance taxinomique à donner aux caractères anatomiques. Nous les indiquerons rapidement.

Le genre *Gustavia* était habituellement rangé parmi les Barringtoniées. M. MIERS (*l. c.*) le premier le met en tête des Lécythidées. C'est, en effet, cette dernière place que l'anatomie lui assigne *sans hésitation*. Toutefois nous avons cru devoir établir pour lui la sous-tribu des Gustaviées, distincte de celle des Eulécythidées qui comprend tous les autres genres.

La fleur si modifiée du genre *Fœtidia* a soulevé bien des doutes au sujet de ses véritables affinités. Or, la structure des organes végétatifs, quoique présentant, elle aussi, des particularités importantes probablement de nature biologique, nous apprend que cette plante est *indubitablement* une Barringtoniée. Ainsi, ce qu'il y a de spécialement intéressant dans ce cas particulier, c'est que l'appareil végétatif a mieux conservé ses caractères taxinomiques que l'appareil floral.

De même, l'Anatomie apporte de nouvelles raisons pour réunir *Asteranthos brasiliensis* aux *Napoleona*.

Enfin elle permet d'éloigner définitivement des Lécythidacées les genres *Sonneratia*, *Cupheanthus* et *Catostemma* (1).

d. Les résultats que nous venons d'exposer ne concourent-ils pas, après ceux de beaucoup d'anatomistes, à démontrer d'une façon

(1) Je n'ai pu me procurer aucun échantillon du genre *Careya* qui a autrefois été considéré comme une Lécythidacée douteuse. D'après la description qu'en donne M. MOLEREDER (*l. c.*) les *Careya* sont bien des Barringtoniées, ainsi qu'on l'admet actuellement. Il y a cependant lieu de signaler que MM. COSTANTIN et DUFOUR (*l. c.*), qui citent ce genre pour l'avoir vu, n'y signalent pas le retournement des faisceaux corticaux, ainsi qu'ils le font pour les *Barringtonia*.

évidente les services importants que l'Anatomie bien comprise peut rendre à la classification. Il ne s'agit pas, bien entendu, de substituer les caractéristiques anatomiques aux caractéristiques florales. Il serait, en effet, puéril de nier les immenses services rendus et à rendre à la Systématique par la lecture des fleurs. Mais la netteté des faits relatés ci-dessus prouve que l'inflorescence et l'extérieur de la plante ne sont pas les seules données à consulter pour arriver à établir une classification vraiment naturelle des végétaux. L'anatomie des organes végétatifs peut et doit aussi être consultée avec grand fruit. Assurément, dans beaucoup de cas, cette anatomie ne viendra que confirmer les résultats déjà fournis par l'étude de la fleur, mais alors même elle ne doit pas être considérée comme négligeable. Et, d'autre part, là où la lecture de la fleur est tellement difficile que les botanistes les plus expérimentés n'ont pas su se prononcer d'une façon certaine, il y aura tout avantage à consulter la structure de l'appareil végétatif pour y trouver de nouvelles indications. Enfin, nous sommes persuadé que, dans d'autres cas même, l'anatomie permettra de rectifier des résultats en apparence certains, non parce que l'on arrivera à substituer les caractères qu'elle fournit à ceux tirés de l'appareil floral, mais parce qu'en produisant des résultats contradictoires, elle éveillera l'attention des Botanistes et motivera de nouvelles recherches et de nouvelles discussions d'où pourra sortir la lumière. Nous reconnaissons volontiers que si l'on voulait représenter graphiquement la marche du développement qu'a subi dans le temps l'appareil végétatif et celle de l'appareil floral, la ligne obtenue pour le premier offrirait, à cause de ses qualités adaptatives plus marquées, des sinuosités plus accentuées, plus détaillées et peut-être plus précoces que celles obtenues pour le second. Mais nous pensons aussi que, si l'on fait abstraction de leurs sinuosités, ces deux lignes seraient parallèles et que, par conséquent, la recherche de l'une peut aider à la recherche de l'autre.

En un mot, les caractères anatomiques ont, pensons-nous, une valeur réelle en systématique, et ils ne doivent pas être considérés comme les adversaires des caractères floraux, mais bien comme des collaborateurs importants. L'antagonisme que l'on croit quelquefois constater entre eux résulte d'une mauvaise lecture des uns ou des autres, ou encore du désir que nous avons de toujours mettre des



limites nettes et brusques, là où la nature n'a mis que des transitions insensibles.

Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que l'Anatomie ne doit pas se borner à l'étude des appareils végétatifs, mais aussi s'étendre à celle de l'appareil floral. Celui-ci, devenant alors mieux connu, deviendra plus compréhensible et partant fournira des résultats plus certains. Or, pour que l'Anatomie de pièces aussi spécialisées que celles qui constituent la fleur et l'inflorescence soit bien compréhensible, il est nécessaire que celles de l'appareil végétatif, dont elles dérivent, soient parfaitement connues dans les mêmes espèces.

## II.

*a* Il y a lieu maintenant de se demander quels sont les caractères anatomiques auxquels on doit attacher le plus d'importance ou du moins quel est l'ordre de subordination dans lequel ces caractères doivent être employés. Nous n'avons pas l'intention de chercher à résoudre ici ce problème complexe. Il est très probable, en effet, que cette subordination, au moins pour les caractères inférieurs, ne sera pas la même dans tous les groupes de plantes, pas plus d'ailleurs que ne l'est la subordination des caractères floraux inférieurs. Mais du moins nous voulons indiquer quels sont les caractères anatomiques qui nous ont si bien réussi chez les Lécythidacées et dans quel ordre nous avons été amené à les employer.

Les caractères qui nous ont permis de définir la famille des Lécythidacées et de la différencier de ses voisines sont, en général, par ordre d'importance : la structure des faisceaux libéro-ligneux, — la forme générale du système libéro-ligneux foliaire, — la nature des produits sécrétés dans tous les tissus, — la position et la structure des tissus de décortication, — la forme et la structure des poils lorsqu'ils existent (ce caractère ne peut être employé que dans des limites très larges).

Pour distinguer les tribus dans la famille, les caractères *de beaucoup les plus nets* sont tirés de particularités et de modifications locales que présente la forme du système libéro-ligneux foliaire



(présence ou absence de faisceaux antérieurs et postérieurs, orientation de ces faisceaux, développement relatif des faisceaux antérieurs et des faisceaux postérieurs aux divers niveaux du système foliaire, forme des faisceaux, nombre et distribution des faisceaux antérieurs et postérieurs). Nous avons pu ensuite employer, mais d'une façon beaucoup moins impérative, la symétrie de la tige, la forme des stomates, la forme de la gaine fibreuse dans les faisceaux foliaires, la forme des cristaux d'oxalate de chaux, la structure des poils, etc.

b. Nous voulons faire remarquer que nous avons introduit dans cette nomenclature des caractères anatomiques des Lécythidacées une donnée nouvelle, excessivement importante pour la Classification, celle de la connaissance du *système libéro-ligneux foliaire* (1). Cette donnée n'a pas encore été employée par les Anatomistes, au moins dans le sens étendu et précis que nous lui donnons (2). Or nous insistons tout particulièrement sur la netteté des résultats qu'elle nous a fournis, surtout dans l'établissement des divisions importantes de la famille.

c. Nous avons montré que pour l'emploi du système foliaire en Systématique, les premiers caractères à reconnaître sont sa

(1) Voir la note 1, p. 298.

(2) Assurément beaucoup de botanistes ont cherché à utiliser pour la classification des parties plus ou moins étendues du système libéro-ligneux foliaire comme, par exemple, la nervation de la feuille, le parcours des faisceaux dans le pétiole ou simplement leur distribution sur une section pétiolaire, le mode de rentrée des faisceaux dans la tige, le parcours des faisceaux dans la tige ou simplement leur distribution sur une section internodale (\*). Quelques-uns même ont décrit le parcours des faisceaux en même temps dans la tige et dans la feuille de certaines familles ou de certaines espèces. Mais aucun, croyons-nous, n'a songé à considérer, ainsi que nous le faisons, le système libéro-ligneux foliaire comme une sorte d'*unité* dont la connaissance présente une importance de premier ordre dans l'étude du parcours des faisceaux de la tige et de la feuille.

(\*) Parmi ceux qui en ont fait l'objet d'un travail spécial de systématique en faisant intervenir la comparaison entre familles, nous voulons citer plus spécialement : GUILLARD, Une grave lacune de l'Anatomie végétale (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, T. 17, 1870) ; C. DE CANDOLLE, Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones (*Mém. de la Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, T. 26, 1879) ; VESQUE, L'Anatomie des tissus appliquée à la Classification des plantes (*Nouv. Arch. du Museum*, 1881) ; ACQUA, Sulla distribuzione dei fasci fibrovascolari nel loro decorso dal fusto alla foglia (*Ann. del R. Istit. Bot. di Roma*, 1887) ; PETIT, Le Pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'Anatomie comparée et de la Taxinomie (*Mém. de la Soc. des Sc. Phys. et Nat. de Bordeaux*, 1887).

*structure, sa forme et la façon* dont cette dernière se complique (1). Nous voulons montrer que l'*intensité* elle-même de la complication peut être souvent aussi un caractère d'une certaine importance taxinomique, quoique d'un emploi plus difficile. Assurément, sur une même plante, les plus grandes feuilles normales (feuilles dites *moyennes*) posséderont un système libéro-ligneux foliaire de complication *maxima*, tandis que d'autres feuilles de plus en plus petites, quelquefois même réduites à des écailles, ne renfermeront qu'un système foliaire de plus en plus simple. Mais si l'on vient à comparer le système foliaire présentant normalement la complication *maxima* d'une espèce déterminée avec celui d'une autre espèce (2), on remarque alors que le degré de complication n'est plus toujours en rapport direct avec la taille de la feuille. En effet, la feuille moyenne de *Barringtonia speciosa* VIEILL. est environ 4 fois plus longue que celle de *Stravadium album* D. C.; or l'intensité de complication du système foliaire à la base de la première est à peine plus grande que celle de la seconde. Cette intensité est d'autre part beaucoup moindre dans la feuille de *B. speciosa* que dans celle de *Gustavia augusta*, bien que celle-ci soit moins grande que celle-là.

Ainsi donc il y a lieu, en Systématique, de tenir un compte sérieux, non seulement de la *nature* de la complication du système libéro-ligneux foliaire, mais même de son *intensité*. Cependant il n'est possible de le faire qu'à la condition expresse de ne comparer entre elles que des feuilles adultes présentant un développement moyen (taille *maxima* normale).

d. Non seulement le présent travail démontre l'importance qu'il faut attribuer à la forme du système libéro-ligneux foliaire, à ses variations et à la structure de ses faisceaux, mais encore il vient appuyer l'opinion que nous avons émise ailleurs (*l. c.*) relativement à l'*indépendance originaire* de chaque système d'un rameau. En

(1) Voir LIGNIER, De la forme du système libéro-ligneux foliaire (*Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*, 3<sup>e</sup> sér., T. III, 1889).

(2) Ce sont des feuilles dont le système foliaire offrait normalement cet état maximum que nous avons désignées sous le nom de feuilles adultes présentant un développement moyen. Ce sont elles seules que nous avons décrites dans toute cette étude des Lécythidacées.

effet, la symétrie de la tige des Lécythidacées varie dans des limites assez larges suivant les espèces : et le lecteur a pu se convaincre que la comparaison du parcours des faisceaux dans la tige n'est possible qu'entre les espèces chez lesquelles la symétrie est la même. Cette comparaison devient impossible entre rameaux ayant une symétrie différente, à moins qu'on ne fasse intervenir la notion de l'*indépendance originaires* des traces foliaires (1), c'est-à-dire à moins qu'on ne tienne compte de ce fait que l'insertion des diverses traces foliaires les unes sur les autres est commandée par la situation réciproque de ces traces au moment de leur différenciation, celle-ci se faisant de haut en bas dans chaque faisceau.

### III.

a. Les faisceaux corticaux de la tige des Lécythidacées sont de deux sortes : les uns appartiennent à l'arc principal dont ils occupent les bords, les autres sont des faisceaux surnuméraires (c'est-à-dire dus à l'élargissement des faisceaux principaux). Ces faisceaux corticaux ne doivent pas être considérés comme des faisceaux d'ailes concentriques avec la tige, mais comme des faisceaux ordinaires des systèmes foliaires successifs. Leur situation dans l'écorce est due à ce qu'ils appartiennent à des arcs foliaires à *peine convexes et plissés*, à ce qu'ils sont situés *sur les bords* ou *sur les plis postérieurs* de ces arcs, et à ce qu'ils y sont très écartés les uns des autres et très individualisés. En effet, de ces particularités il résulte que les faisceaux médians des systèmes foliaires successifs peuvent seuls être agglomérés en une couronne lors de la formation des productions secondaires (voir p. 386).

b. L'orientation inverse des faisceaux corticaux de la tige des Barringtoniées et des faisceaux postérieurs de leur feuille est probablement due à la forme des plis de l'arc foliaire et à la position qu'occupent les faisceaux sur ces plis (voir p. 388).

### IV.

La base de la tige principale de *Gustavia Leopoldi* ne renferme probablement pas de faisceaux corticaux. Les traces cotylédonaire

(1) Voir l'add. 2, p. 411.

comprennent chacune 5 faisceaux dont les pôles ligneux servent de lieux d'insertion à autant de pôles trachéens du faisceau de la racine principale. Ces pôles ligneux de la racine et ceux des faisceaux cotylédonaire sont situés dans les mêmes plans radiaux.

Les fissures que portent les cotylédons de *G. Leopoldi* ne sont que des sillons séparant des lobes.

## V.

Le faisceau des racines ordinaires de Lécythidacées possède de 3 à 7 pôles ligneux, suivant leur taille à l'époque primaire et suivant l'ordre de la racine. Le nombre de ces pôles peut d'ailleurs varier le long d'une même racine.

Chez *Gustavia Leopoldi*, le nombre des pôles du faisceau de la racine principale est habituellement de 16 à 18 près de sa base (10 de ces pôles se terminent en haut par des tissus d'insertion sur les faisceaux cotylédonaire, les autres leurs sont intercalés et se terminent en pointe libre; il en résulte que les premiers semblent se continuer plus haut que les seconds). En descendant le long de cette racine, on voit le nombre des pôles diminuer successivement jusqu'à 12 et même 10, par accollement deux à deux, soit de pôles ligneux, soit de pôles libériens (1).

Caen, le 15 Mai 1889.

---

(1) Pour la nomenclature des faisceaux employée dans cette étude, voir C. EG. BERTRAND. Théorie du faisceau (*Bull. Scient. du Nord*, 2<sup>e</sup> sér., 3<sup>e</sup> année, 1880, Lille).



ADDENDA.

1. (Voir la note 1, p. 402). Dans ce même mémoire, note 1, p. 123, M. DANGEARD signale lui-même une autre exception. « Lorsque, dit-il, nous avons énoncé cette règle, en octobre 1888 (dans une note à l'Institut), nous ne connaissions aucune exception. MM. VAN TIEGHEM et H. DOULIOT ont publié, en novembre 1888, un grand travail (Recherches sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires, Ann. des Sc. nat. VII sér. T. VIII); nous y trouvons une description du *Calycanthus* et du *Chimonanthus*, d'après laquelle ces genres font exception à la règle générale. » Le libellé de cette note me surprend d'autant plus que, dès le mois d'octobre, et à propos de sa note à l'Académie, j'avais cru devoir avertir *verbalement* M. DANGEARD de cette exception. Je ne peux cependant penser que ce soit en vertu de l'adage connu : *verba volant, scripta manent*, que M. Dangeard ait cru devoir tenir notre observation pour nulle.

2. (Voir note 1, p. 409). L'idée de cette indépendance originaires des traces foliaires a été acceptée, à diverses reprises, par M. DANGEARD, mon Chef des Travaux. En 1889 ce botaniste écrivait en effet (*l. c.* p. 118) : « Des modifications peuvent se produire dans la structure de la tige primaire à un même niveau. Il est commode pour les comprendre d'envisager la tige primaire comme le résultat d'une union intime des pétioles..... » Plus récemment, dans une note sur les rapports de la tige et de la feuille (1), M. DANGEARD émettait, sous forme de conclusion, l'opinion « que pour connaître morphologiquement et anatomiquement une plante, il faut étudier : 1<sup>o</sup> chacune des individualités foliaires, les « phytons »..... 2<sup>o</sup> les

(1) DANGEARD. Recherches de Morphologie et d'Anatomie végétales. — Bien que ce travail fût paru le 1<sup>er</sup> septembre 1889, je n'ai pu me le procurer qu'au mois de décembre.

relations qui s'établissent entre eux..... » C'est la reproduction presque textuelle des conclusions que je m'efforce de faire admettre en Anatomie depuis 1887. Je ne puis donc qu'être heureux d'avoir réussi à convertir M. DANGEARD à mes idées. Toutefois je dois regretter qu'il affecte d'ignorer mes travaux antérieurs en ne les citant même pas et d'émettre ces idées comme venant de lui. Cela pourra sembler d'autant plus étrange que non seulement je les ai fréquemment défendues dans mes écrits (1), mais encore que je les ai exposées et complétées, à diverses reprises depuis 1887, soit dans des séances de la Société linnéenne de Normandie, soit dans les leçons de la Faculté, séances et leçons auxquelles M. DANGEARD assistait régulièrement. Je ne pense pas que l'emploi de mots rajeunis ou de néologismes et l'exposition de quelques applications particulières puissent être une raison suffisante pour passer sous silence les travaux dans lesquels a été prise l'idée principale. L'adage ci-dessus, d'après lequel les paroles ne comptent pas, ne pourrait même s'appliquer ici puisqu'il y a des écrits.

Je n'ai d'ailleurs l'intention d'insister davantage ni sur ces faits ni sur d'autres du même genre. J'ai voulu simplement les signaler afin que le lecteur puisse en tirer telles conclusions qu'il lui plaira.

---

(1) O. LIGNIER, Recherches sur l'Anatomie comparée des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées p. 433, *Arch. Bot. du Nord de la France*, 1887. — Observations sur la structure des Lécythidées, p. 2, *Assoc. franç. Congrès de Toulouse*, 1887. — De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en Anatomie végétale, *C. R. de l'Institut*, août 1888. — De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux, 2 notes, *Bull. de la Soc. linn. de Normandie*, décembre 1888 et avril 1889. — De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames. *Id.* février 1889.

# EXPLICATION DES PLANCHES.

## Signes abrégatifs :

|                  |                                            |                   |                             |
|------------------|--------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| C-VI,            | ligne de symétrie de la feuille VI.        | Ig,               | filot grillagé.             |
| Ap,              | assise pilifère.                           | L,                | liber.                      |
| As,              | assise subéreuse.                          | L <sub>1</sub> ,  | liber primaire.             |
| B,               | bois.                                      | L <sub>2</sub> ,  | liber secondaire.           |
| B <sub>1</sub> , | bois primaire.                             | Λ,                | cellule grillagée initiale. |
| B <sub>2</sub> , | bois secondaire.                           | Lg,               | liège.                      |
| C,               | centre de figure d'une section de la tige. | P,                | parenchyme.                 |
| cg,              | cellule grillagée.                         | Pb,               | " ligneux.                  |
| Clb,             | couronne libéro-ligneuse.                  | Pc,               | " cortical.                 |
| Col,             | collenchyme.                               | Ph,               | " herbacé.                  |
| Cp,              | couronne procambiale.                      | Pl,               | " libérien.                 |
| Δ,               | trachée initiale.                          | Plc,              | " lacuneux.                 |
| E,               | épiderme.                                  | Pm,               | " médullaire.               |
| E <sub>a</sub> , | épiderme supérieur.                        | Ppal,             | " en palissade.             |
| E <sub>p</sub> , | épiderme inférieur.                        | RF                | rayon de faisceau.          |
| Fc,              | faisceau cortical.                         | scl,              | sclérite.                   |
| Fp,              | faisceau procambial.                       | st,               | stomate.                    |
| fb,              | fibre ligneuse.                            | Tf,               | tissu fondamental.          |
| fl,              | fibre libérienne.                          | Tf <sub>2</sub> , | " " secondaire.             |
| fp,              | fibre primitive.                           | tc,               | tube cribreux.              |
| Gf,              | gaine fibreuse.                            | tr,               | trachée.                    |
| Gp,              | gaine protectrice.                         | vb,               | vaisseau ligneux.           |
| If,              | filot fibreux.                             | Zc,               | zone cambiale.              |
|                  |                                            | Zcf,              | zone cambiforme.            |

## PLANCHE X.

Fig. 13. — Section transversale internodale de *Gustavia augusta* (à comparer avec la fig. 1, p. 335). G.  $\frac{15}{1}$ .

Fig. 14. — Tige de *G. augusta*. Structure des tissus libéro-ligneux du faisceau X<sub>1g</sub> (voir la fig. 1, p. 335). (A), région extérieure ; (B), région intérieure. G.  $\frac{140}{1}$ .

Fig. 15. — Section transversale du limbe de *G. augusta*.  
G.  $\frac{160}{1}$ .

Fig. 16. — Épiderme inférieur de la feuille de *G. augusta* :  
*jst*, jeune stomate ; *ol*, cristal d'oxalate de chaux. Gr.  $\frac{160}{1}$ .

Fig. 17. — *Napoleona imperialis*. Section transversale du faisceau cortical VI<sub>2g</sub> (voir fig. 10, p. 367). S-VI<sub>2g</sub>, ligne de symétrie du faisceau ; ΔC, rayon de la tige. G.  $\frac{260}{1}$ .

Fig. 18. — Tige de *G. augusta*. Section transversale des tissus de décortication. Tc, tissu corné formé par écrasement du liège de décortication. G.  $\frac{140}{1}$ .

Fig. 19. — Section transversale pratiquée aux  $\frac{3}{4}$  de la nervure médiane de *Chytroma Idatimon*. Be, bois de l'arc extérieur du faisceau principal, Bi, bois de l'arc intérieur ; Mf, massif fibreux antérieur. G.  $\frac{24}{1}$ .

Fig. 20. — Section transversale pratiquée aux  $\frac{3}{4}$  de la nervure médiane d'*Eschweilera longipes*. G.  $\frac{24}{1}$ .

Fig. 21. — Tige de *Couratari guianensis*. Section transversale des tissus de décortication. G.  $\frac{220}{1}$ .

Fig. 22. — Feuille de *Gustavia Leopoldi*. (A), section transversale du pétiole ; (B), section pratiquée près du sommet de la nervure médiane ; f, faisceau sortant dans une nervure secondaire. G.  $\frac{15}{1}$ .

# PLANCHE XI.

Fig. 23. — *Gustavia augusta*. Structure du faisceau VI<sub>1d</sub> de la section pétiolaire (voir fig. 1, p. 335). G.  $\frac{200}{1}$ .

Fig. 24. — Cellules épidermiques de la face inférieure du limbe de *Lecythis racemiflora*. (A), cellules ordinaires ; (B), cellules au voisinage du bord de limbe. G.  $\frac{400}{1}$ .



Fig. 25. — Poils de *Lecythopsis rufescens*. (A), poils à 4 branches : (B), poil simple dont les cellules terminales sont glanduleuses : (C), cellules basilaires d'un poil à plusieurs branches ; celles-ci ont été coupées à leur base ; (D), les mêmes en section transversale. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 26. — Feuille de *Chytroma Idatimon*. Stomates de la face inférieure. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 27. — Tige de *Gustavia augusta*. Structure d'un petit faisceau cortical. G.  $\frac{400}{1}$ .

Fig. 28. — Nervure médiane de *Couratari guianensis*. Tissu cortical de la face inférieure. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 29. — Section transversale du limbe d'*Eschweilera parviflora*. La gaine fibreuse du faisceau est renforcée par des îlots, scl, scléreux issus du tissu fondamental. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 30. — Section transversale du limbe d'*Eschweilera longipes*. *Ppal*<sub>p</sub>, *Ppal*<sub>a</sub>, parenchyme en palissade des faces inférieure et supérieure de la feuille ; *Ascl*, assise scléreuse ; *fil*, fibre diaphragmatique appartenant à l'extrémité libre d'une ramification libéro-ligneuse grêle. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 31. — Tige de *Gustavia augusta*. Section transversale montrant la formation des îlots grillagés de la couronne normale aux dépens des cellules cambiales. G.  $\frac{145}{1}$ .

Fig. 32. — *Gustavia Leopoldi*. Section transversale d'une racine grêle (tertiaire). G.  $\frac{180}{1}$ .

PLANCHE XII.

Fig. 33. — Pétiole d'*Eschweilera Luschnathii*. Section transversale montrant la formation de tissus secondaires contre la face inférieure (A), et contre la face supérieure (B) du pétiole. G.  $\frac{72}{1}$ .

Fig. 34. — Tige de *Napoleona imperialis*. Bois stratifié de la couronne normale. G.  $\frac{240}{1}$ .

Fig. 35. — Section transversale du bord du limbe d'*Esch. Lusch-nathii*. Le faisceau, *Ff*, y est presque entièrement fibreux. G.  $\frac{115}{1}$ .

Fig. 36. — Poil strié de *Barringtonia acutangula*. G.  $\frac{240}{1}$ .

Fig. 37. — Stomates de la feuille de *Barringtonia racemosa*. G.  $\frac{150}{1}$ .

Fig. 38. — (A), section transversale pratiquée dans une germination de *Gustavia Leopoldi* à 3 millim. au-dessous de l'insertion des cotylédons; (B), section pratiquée à 6 millim. plus bas. Cette figure montre que le pôle ligneux du faisceau de la racine  $\Delta$  (R), et celui du faisceau cotylédonaire,  $\Delta$  (T), sont situés dans un même plan radial dont la trace est FC. *Tr I*, trachées d'insertion du faisceau de la racine. G.  $\frac{130}{1}$ .

Fig. 39. — Faisceau pentapolaire d'une jeune racine secondaire de *G. Leopoldi*. La zone cambiale a fourni beaucoup de liber et peu de bois. Les fibres ligneuses ressemblent complètement aux fibres libériennes; *vb 1*, *vb 2*, vaisseaux ligneux primaires et secondaires. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 40. — Petit faisceau postérieur du pétiole de *Barringtonia macrocarpa*. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 41. — Surface du canal médullaire de la tige de *Couratari guianensis*. *Eg*, épithélium (?) glandulaire. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 42. — Parenchyme cortical de la tige de *Napoleona Witfieldii*. G.  $\frac{150}{1}$ .

#### PLANCHE XIII.

Fig. 43. — *Napoleona imperialis*. Segment du faisceau libéro-ligneux annulaire de la nervure médiane. Cette figure montre que,

par suite de son aplatissement tangentiel, ce faisceau prend l'aspect d'un faisceau bicollatéral. G.  $\frac{220}{1}$ .

Fig. 44. — Structure des glandes situées sur la face inférieure des feuilles de *N. imperialis*. *Ept*, épithélium sécréteur ; *Tg*, tissu glandulaire situé sous l'épithélium. Ce tissu semble dû à l'épanouissement d'un faisceau libéro-ligneux. G.  $\frac{220}{1}$ .

Fig. 45. — Germination de *Gustavia Leopoldi*. Les deux cotylédons sont hémisphériques et bitides. La tige principale est engagée dans la fente de l'un de ces cotylédons. L'axe hypocotylé *AH*, limité à un bourrelet de 2 millim. de long, se voit à peine sur la figure. R, grosse racine principale.  $\frac{1}{2}$  grand. nat.

Fig. 46. — Stomates de *Napoleona Wilfieldii*. G.  $\frac{220}{1}$ .

Fig. 47. — Face inférieure d'une jeune feuille de *Napoleona imperialis*, montrant les deux glandes de la base.  $\frac{1}{2}$  grand. nat.

Fig. 48. — Tige de *Barringtonia macrocarpa*. Section montrant la formation des tissus de décortication dans l'assise sous-épidermique. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 49. — Tige de *B. racemosa*. Section montrant la formation des tissus de décortication dans la deuxième assise sous-épidermique. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 50. — Structure de la pellicule rousse qui recouvre les cotylédons de *Gustavia Leopoldi*. *T*, tissu de cette pellicule ; il est écrasé dans sa région intérieure et est recouvert extérieurement par une assise d'aspect épidermique ; *E*, épiderme du cotylédon. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 51. — Section transversale pratiquée au fond de la fente cotylédonaire. L'épiderme s'y montre absolument intact. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 52. — Épiderme de la tige d'*Asteranthos brasiliensis*. G.  $\frac{150}{1}$ .

Fig. 53. — Section transversale du bord du limbe d'*A. brasiliensis*. Cette section montre la dispersion des fibres au milieu du mésophylle. G.  $\frac{150}{1}$ .

Fig. 54. — Fibres de la feuille d'*A. brasiliensis*, vues de face et par transparence. G.  $\frac{150}{1}$ .

Fig. 55. — Section transversale du limbe de *Barringtonia macrocarpa*. G.  $\frac{150}{1}$ .

Fig. 56. — Tige de *Barringtonia acutangula*. Section transversale montrant la stratification du liège de décortication. G.  $\frac{180}{1}$ .

Fig. 57. — L'un des cotylédons de la germination de *Gustavia Leopoldi* (fig. 45), vu par sa face intérieure. Ce cotylédon est traversé dans sa longueur par une fente qui émet des ramifications à droite et à gauche. Cc, cicatrice d'insertion.  $\frac{1}{2}$  grand. nat.

Fig. 58. — Section transversale de ce cotylédon pratiquée dans sa région médiane. Les faisceaux y sont distribués sur deux rangs ; les uns plus gros et longitudinaux sont postérieurs, les autres très grêles forment une sorte de réseau antérieur.  $\frac{1}{2}$  grand. nat.

---



## TABLE DES MATIÈRES.

---

|                    | Pages |
|--------------------|-------|
| Introduction ..... | 291   |
| Historique .....   | 293   |

### CHAPITRE I. — LA TIGE ET LA FEUILLE.

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Sommaire.....                                                    | 297 |
| § I. Structure de la tige.....                                   | 299 |
| <i>a. Gustavia augusta</i> L.....                                | 299 |
| <i>b. Autres Lécythidacées</i> .....                             | 305 |
| Lécythidées.....                                                 | 305 |
| Barringtoniées.....                                              | 309 |
| Napoléonées .....                                                | 313 |
| § II. Structure de la feuille.....                               | 315 |
| <i>a. Gustavia augusta</i> L.....                                | 315 |
| <i>b. Autres Lécythidacées</i> ....                              | 319 |
| Lécythidées.....                                                 | 319 |
| Barringtoniées .....                                             | 325 |
| Napoléonées .....                                                | 330 |
| § III. Structure du système libéro-ligneux foliaire.....         | 334 |
| A. — <i>a. Gustavia augusta</i> L.....                           | 334 |
| <i>b. G. Marcgraaviana</i> MIERS, <i>G. pterocarpa</i> POIT..... | 345 |
| B. — <i>a. Couratari guianensis</i> AUBL.....                    | 347 |
| <i>b. Autres Eulécythidées</i> .....                             | 354 |
| C. — <i>a. Barringtonia macrocarpa</i> HASSK.....                | 358 |
| <i>b. Autres Barringtoniées</i> .....                            | 364 |
| D. — <i>a. Napoleona imperialis</i> P.-BEAUV.....                | 367 |
| <i>b. Autres Napoléonées</i> .....                               | 372 |

|                                                                                                                                                                       | Pages. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| IV. Résumé .....                                                                                                                                                      | 373    |
| V. Discussion sur la valeur morphologique des faisceaux corticaux des<br>Lécythidacées et sur la cause de leur orientation renversée<br>chez les Barringtoniées ..... | 386    |

## CHAPITRE II. — LA RACINE.

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <i>Gustavia Leopoldi</i> .....     | 389 |
| <i>Barringtonia racemosa</i> ..... | 393 |
| <i>Napoleona Witfieldii</i> .....  | 393 |

## CHAPITRE III. — GERMINATIONS.

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <i>Gustavia Leopoldi</i> ..... | 395 |
| CONCLUSIONS .....              | 402 |
| Explication des planches.....  | 413 |

---

TABLE GÉNÉRALE  
DES  
VINGT ET UNE PREMIÈRES ANNÉES  
DU  
BULLETIN SCIENTIFIQUE.

---

TOMES I à XXI; ANNÉES 1869 à 1890.

---





# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

---

## PREMIÈRE SÉRIE.

**Tome I, 1869.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et DESPLANQUE, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in 8°, 412 pages. Lille, imprimerie de BLOCQUEL-CASTIAUX, Grande-Place, 13.

**Tome II, 1870.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et DESPLANQUE, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 392 pages. Lille, imprimerie de BLOCQUEL-CASTIAUX, Grande-Place, 13.

**Tome III, 1871.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et DESPLANQUE, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 328 pages. Lille, imprimerie de BLOCQUEL-CASTIAUX, Grande-Place, 13.

**Tome IV, 1872.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais,

Somme, Aisne, Ardennes, Belgique) publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et l'abbé DEHAISNES, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 240 pages. Lille, L. QUARRÉ, éditeur, Grande-Place, 64.

**Tome V, 1873.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et l'abbé DEHAISNES, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 264 pages; Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

**Tome VI, 1874.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et l'abbé DEHAISNES, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 288 pages. Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

**Tome VII, 1875.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de MM. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et l'abbé DEHAISNES, archiviste du département du Nord. — Un vol. petit in-8°, 252 pages. Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

**Tome VIII, 1876.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de M. GOSSELET, professeur à la Faculté des sciences de Lille. Un vol. petit in-8°, 272 pages. Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

**Tome IX, 1877.** — Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de M. GOSSELET,

professeur à la Faculté des sciences de Lille. — Un vol. petit in-8°, 308 pages. Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

---

## DEUXIÈME SÉRIE.

**Tome X, 1878.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins, publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Lille, et M. J. DE GUERNE, préparateur du cours d'Histoire naturelle à la Faculté de médecine de Lille. — Un vol. petit in-8°, 363 pages, III planches. Lille, imprimerie de SIX-HOREMANS.

**Tome XI, 1879.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Belgique), publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Lille, et M. J. DE GUERNE, préparateur du cours d'Histoire naturelle à la Faculté de médecine de Lille. — Un vol. petit in-8°, 432 pages, III planches. Lille, imprimerie SIX-HOREMANS.

**Tome XII, 1880.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de MM. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Lille, et J. DE GUERNE, préparateur du cours d'Histoire naturelle à la Faculté de médecine de Lille. — Un vol. petit in-8°, 492 pages, VI planches, Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XIII, 1881.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de MM. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences

et à la Faculté de médecine de Lille, et J. DE GUERNE, préparateur du cours d'Histoire naturelle à la Faculté de médecine de Lille. — Un vol. petit in-8°, 414 pages. Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XIV, 1882.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de M. GIARD, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Lille. — Un vol. petit in-8°, 486 pages, 1 planche. Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XV, 1883.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences de Lille. — Un vol. petit in-8°, 270 pages, 11 planches. Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XVI, 1884-1885.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences de Lille. — Un vol. petit in-8°, 396 pages, 1 planche. Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XVII, 1886.** — Bulletin scientifique du département du Nord et des pays voisins (Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes, Belgique), paraissant tous les mois, publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des Sciences de Lille. — Un vol. petit in-8°, 436 pages, 14 planches. Paris, DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XVIII, 1887.** — Bulletin scientifique du Nord de la France et de la Belgique, publié sous la direction de M. A. GIARD, professeur à la Faculté des sciences de Lille. — Un vol. petit



in-8°, 560 pages, vi planches. Paris, Doin, éditeur, 8, place de l'Odéon.

---

### TROISIÈME SÉRIE.

**Tome XIX, 1888.** — Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, publié par ALFRED GIARD, chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des sciences), maître de conférences à l'École normale supérieure. — Un vol. grand in-8°, 524 pages, xxxi planches. Paris, Doin, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XX, 1889.** — Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, publié par ALFRED GIARD, chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des sciences), maître de conférences à l'École normale supérieure. — Un vol. grand in-8°, 556 pages, xxii planches. Paris, Doin, éditeur, 8, place de l'Odéon.

**Tome XXI, 1890.** — Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, publié par ALFRED GIARD, chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des sciences), maître de conférences à l'École normale supérieure. — Un vol. grand in-8°, 506 pages, xiii planches. Paris, Doin, éditeur, 8, place de l'Odéon.

---

## INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS.

---

[ Les chiffres romains , placés après les titres des articles , indiquent les *tomes* ,  
les chiffres arabes indiquent les *pages* ].

---

### ANONYME.

Archéologie. — Aqueduc romain à Artres, III, 264. — Fouilles archéologiques à Bouvines, IV, 57. — Villa gallo-romaine à Aiseau (Hainaut), VIII, 11. — Tumulus des Sept-Bonnettes, près Douai, VIII, 169.

Bactériologie. — Travaux récents sur le Rouget du Porc, XVI, 346.

Bibliographie. — Les Chants du soir, par MANSO, I, 240. — Analyse comparative des Calcaires du département du Nord, III, 70. — La Belgique agricole dans ses rapports avec la Belgique minière, par MALAISE, IV, 10. — Histoire de la ville de Péruwelz, par PETIT, IV, 41. — Chapitres de l'histoire de Lille, par HOUDOT, IV, 114. — Notice descriptive des Méreaux trouvés à Théroutte, et que l'on peut attribuer à cette ville, IV, 118. — Histoire généalogique de la famille de TENREMONDE (1268-1864), par DE TERNAS et FREMAUX, IV, 178. — Le Trouvère ADAM DE LA HALLE, IV, 181. — Histoire de l'Académie d'Arras, par VAN DRIVAL, IV, 192. — Tapisseries flamandes du XVI<sup>e</sup> siècle représentant la conquête de Tunis par CHARLES-QUINT, V, 31. — *Patria belgica*, V, 127, 191, 194, 224; VI, 45, 161, 235; VII, 67. — Les Archives départementales du Nord pendant la Révolution, par DEHAESNES, V, 157. — Bulletin de la Commission historique du département du Nord, V, 199. —

Géographie du Nord, par JOANNE, V, 242. — La Démographie du département du Nord, par BERTILLON, VI, 204. — Les Ancêtres des Lillois, par RIGAUX, VI, 246. — Manuel élémentaire d'Archéologie nationale, VI, 261 ; VII, 12. — Ethnologie belge, par VANDERKINDERE, VII, 89. — Notice sur les Tramways de la Belgique, par RAILLARD, VII, 226. — Histoire de Lille, par VAN HENDE, VIII, 62. — Histoire du costume en France, par HYMANS, VIII, 78, 122, 155. — Conseil des Troubles ou Conseil de Sang, par LOUISE, VIII, 202. — La Liberté morale et le Déterminisme scientifique, par BOUSSINESQ, IX, 57. — Biographie d'AUGER GHISSELIN, de Bousbecques, par DERVAUX, IX, 59. — Les Voyageurs naturalistes du Nord, par PLATEAU, IX, 62. — Lettres royaux et Lettres missives inédites, par CASATI, IX, 125. — Question des Tours, par ISNARD, XI, 94. — Notes sur la fabrication de l'acier, par DESHAYES, XII, 318. — Archives botaniques du Nord de la France, de C. EG. BERTRAND, XIII, 142. — Essai sur l'Anatomie comparée des organes végétatifs des téguments séminaires des Cucurbitacés, XIII, 235. — Flora gallica exsiccata, par MAGNIER, XIII, 238. — Recherches sur les Jalaps, par BOURIEZ, XIV, 469. — Revue de Botanique de ROUMEGUÈRE, XV, 265. — Des illusions et impostures des diables, des magiciens infâmes, sorcières et empoisonneuses, des ensorcelés et démoniaques et de la guérison d'iceux ; item de la punition que méritent les magiciens, les empoisonneurs et les sorcières, le tout compris en six livres, par JEAN WIER (réédité par BOURNEVILLE), XVI, 197. — Année scientifique et industrielle (1885), par L. FIGUIER, XVII, 214. — Notarisia, commentarium phycologicum, XVII, 215. — Catalogue des Algues marines du Nord de la France, par DEBRAY, XVII, 216.

**Enseignement.** — Faculté des Sciences de Lille, V, 81 ; IX, 42 ; X, 70. — Doctorat ès-sciences : CH. BARROIS, VIII, 145 ; H. TRANNIN, IX, 81 ; P. HALLEZ, XI, 325. — Faculté de Médecine de Lille, X, 188, 271. — Collège de Sedan : création d'une chaire d'histoire naturelle et de géographie agricole, commerciale et industrielle, XI, 14. — Rentrée des Facultés de l'État, XI, 30. — L'instruction primaire dans le département du Nord, XV, 152.

**Nécrologie.** — A. DESPLANQUE, III, 33. — QUETELET, VI, 62. —

E. SERRET, VI, 113. — WILBERT, VIII, 244. — D. DUCATTE, XIII, 352.

**Sociétés savantes.** — Académie d'Amiens, IV, 103 ; VII, 16 ; VIII, 141, 161. — Académie d'Arras, VII, 241 ; VIII, 230. — Académie française, IV, 203. — Académie royale de Belgique, III, 39 ; IV, 29, 104, 131, 212 ; V, 84 ; VI, 54 ; VII, 106, 145 ; VIII, 37, 216, 260 ; IX, 97, 114 ; XVI, 163. — Association française pour l'avancement des Sciences, VI, 279 ; VII, 21, 52 ; IX, 51, 72 ; X, 229, 269, 310 ; XI, 23, 51 ; XII, 255 ; XVII, 167, 232. — Association géologique de Londres, X, 137. — Commission départementale des monuments historiques du Pas-de-Calais, VI, 15, 141 ; VIII, 15, 231. — Commission historique du département du Nord, II, 213 ; IV, 14. — Le Comité flamand de France, IV, 52. — Fédération des Sociétés scientifiques de Belgique ; congrès de 1876, VIII, 195. — Réunion des délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne, VI, 87. — Société académique de Laon, V, 8 ; VI, 226 ; IX, 20. — Société académique de Saint-Quentin, III, 311 ; V, 130 ; VIII, 34, 178. — Société d'Agriculture, de Sciences et d'Arts de Douai, IV, 69 ; VIII, 13 ; IX, 47. — Société archéologique de l'arrondissement d'Avesnes, III, 180. — Société centrale d'agriculture du Pas-de-Calais, VIII, 232. — Société d'émulation de Cambrai, V, 53 ; VI, 220 ; VIII, 228. — Société des Antiquaires de la Morinie, IV, 162. — Société dunkerquoise, III, 308 ; VIII, 234. — Société entomologique de Belgique, VI, 163 ; VIII, 19. — Société géologique de France, XII, 310. — Société géologique du Nord, V, 259 ; X, 17 ; XI, 210. — Société malacologique de Belgique, IX, 239. — Société des Sciences de Lille, IV, 25, 51, 76, 110, 129 ; V, 12, 253 ; VI, 19, 89, 137, 275 ; VII, 46, 104, 186 ; VIII, 258 ; IX, 75, 121, 152, 246 ; XVII, 49, 210.

**Varia.** — Musée d'archéologie et de céramique de Lille, I, 209. — Inauguration du Musée BERTHOUD à Douai, IV, 137. — L'Hôtel des Monnaies à Lille, V, 120. — Musée d'histoire naturelle de la ville de Lille, VII, 63 ; VIII, 82 ; X, 6. — Sur l'effeuillage de la betterave, III, 165. — Un fleuve sous-marin dans la Manche, X, 19. — L'aquarium microscopique, X, 135. — Un nouveau journal scientifique lillois, X, 277. — M. le Doyen n'est pas venu ! XI, 83. — Le



Chancro et la Sorcière, XII, 138. — Nouvelles de Belgique, XII, 221. — Ignorance ou mauvaise foi? XII, 314.

Zoologie. — Sur les rapports qui existent entre les Noctuelles d'Europe et celles d'Amérique, X, 332.

ARBOIS DE JUBAINVILLE, D'.

La rouille du lin et les lins brûlés, X, 45. — Sur le *Thelephora perdnix* R. HARTG., XIV, 302. — La rouille des blés, XV, 84. — Parasites de la vigne et du poirier, XV, 105. — Maladie des végétaux, *Hydnum diversidens* FR., XV, 180.

ARNOULD.

Rapport sur les conséquences de la centralisation actuelle des concours d'agrégation, XIV, 81, 110.

BACHY, C.

Musée ethnographique de Lille (Musée MOILLET), I, 188. — Musée industriel de Lille, III, 223.

BARROIS, CHARLES.

Faune du terrain crétacé du Nord de la France, VI, 39. — Puits de Macou près Vieux-Condé, VI, 81. — Catalogue des poissons fossiles du terrain crétacé du Nord de la France, VI, 101, 130. — Terrains traversés par la fosse *Sainte-Pauline* à Eleu-dit-Leauvette, VI, 288. — Les Reptiles du terrain crétacé du N.-E. du bassin de Paris, VII, 73.

BARROIS, CHARLES, et JULES DE GUERNE.

Description de quelques espèces nouvelles de la craie de l'Est du bassin de Paris, X, 94.

BARROIS, JULES.

Embryogénie des Némertes, VII, 19. — Une Appendiculaire des côtes de la Manche, VIII, 113.

BARROIS, THÉODORE.

Note sur la présence du genre Choëtopère à Groffliers (Pas-de-Calais). IX, 69. — Sur l'anatomie du pied des Lamellibranches, XI, 1. — Note sur l'embryogénie de la Moule commune (*Mytilus edulis*), XI, 137. — Note sur les glandes du pied chez le *Pecten maximus*, XI, 246. — Note sur les glandes à byssus chez *Arca tetragona*, XI, 278. — Notes sur les glandes à byssus chez la *Saxicava rugosa*, XI, 314. — Sur la structure de l'*Anomia ephippium*, XI, 369. — Notes sur les glandes du pied dans la famille des *Tellinidæ*, XII, 193. — Compte-rendu des travaux de la Société géologique du Nord pendant l'année 1879-1880, XII, 304.

BAUDRY, S.

Simulation de l'amaurose et de l'amblyopie ; principaux moyens de la dévoiler, XIV, 257.

B. C. D.

Organisation et travaux de la Commission météorologique du Nord, bulletin météorologique, XV, 55.

BECKER, LÉON.

Notes sur les Arachnides recueillies en Belgique, XII, 383.

BÉCLARD, J.

Eloge de CLAUDE BERNARD, prononcé à l'Académie de Médecine le 19 mai 1885, XVI, 185, 221.

BÉCOURT, HENRI.

Les fosses de nos forêts, VIII, 121.

BERTRAND, CHARLES-EUGÈNE.

Théorie du Faisceau, XII, 49, 116, 165. — Discours prononcé à la réunion extraordinaire de la Société géologique du Nord, à Arras, le 10 juillet 1881, XIII, 277.

BERTRAND, C. EG., et B. RENAULT.

*Grilletia sphaerospermii*, Chytridiacée fossile du terrain houiller supérieur, XVI, 178.

BÉTENCOURT, ALFRED.

Les *Hydroida* du Pas-de-Calais, XVIII, 66. — Les Hydraires du Pas-de-Calais, XIX, 201.

BILLET, ALBERT.

Sur les mœurs et les premiers phénomènes du développement de l'œuf de la *Philodina roseola*, XV, 1, 69. — Fragments biologiques : sur la formation et la germination des spores chez le *Cladothrix dichotoma*, sur le *Bacterium ureæ*, XVI, 159. — Contribution à l'étude de la morphologie et au développement des Bactériacées, XXI, 1.

BLOCHMANN, E.

Les globules polaires chez les œufs d'insectes se développant sans fécondation, XX, 93.

BONIFACE, L.

Sur la présence de la Marte dans le département du Nord, I, 316.

BONNIER, JULES.

Catalogue des Crustacés malacostracés recueillis dans la baie de Concarneau, XVIII, 199, 296, 361. — Les *Galatheidæ* des côtes de France, XIX, 121. — Les Amphipodes du Boulonnais : I, *Unciola crenatipalmata*, SPENCE BATE, XX, 373. — Le procédé glyptographique, XX, 553.

BONNIER, JULES, et A. GIARD.

Sur deux nouveaux genres d'Épicarides : *Probopyrus* et *Palægyge*, XIX, 53. — Sur *Priapion* (*Portunion*) *Fraissei*, XIX, 473. — Sur les Épicarides de la famille des *Dajidæ*, XX, 252. — Sur l'*Aspidocia Normani* et la famille des *Choniostomatidæ*, XX, 341.

BONNIER, PIERRE.

L'orientation auditive, XVI, 11. — Documents de critique expérimentale : l'Art représentatif en 1886, XVII, 285.

BOSSCHÈRE, C. DE.

L'exposition internationale de géographie botanique, commerciale et industrielle à Anvers (1890), XX, 185.

BOURIEZ, ALBERT.

Méthode aréométrique pour la détermination de la richesse alcoolique des vins sans distillation, Vinodensimètre, XVII, 417.

BOUVARD.

Liste de soixante espèces de Champignons charnus de la forêt de Mormal, IX, 88, 108, 138, 173, 229, 265.

BOUVIER, E.-L.

Sur la circulation de l'écrevisse, XIX, 289.

BRÉBANT.

Visite aux établissements d'enseignement supérieur de Pise, XV, 92.

BRONGNIART, CHARLES.

Note rectificative sur quelques diptères tertiaires et en particulier sur un diptère des marnes tertiaires (miocène inférieur) de Chadrat (Auvergne), la *Protomya Oustaleti* qui devra s'appeler *Plecia Oustaleti*, X, 73. — Notes paléontologiques : sur un gigantesque neurorhoptère des terrains houillers de Commeny ; sur la découverte d'une empreinte d'insecte dans les grès siluriens de Jurques, XVI, 144.

BRUNEAU, L.

Recherche de la Morphine dans l'urine, XII, 238.



BUISINE, A.

Thèse de doctorat ès-sciences de M. E. DUVILLIER, XII, 11. — L'indigo artificiel, XIV, 98. — Sur la composition de la graisse du suint, XV, 97, 178 ; XVI, 106, 133. — Le suint du mouton, XVI, 322. — Le salin du suint, XVII, 227. — Le carbonate de potasse du suint, XVII, 266. — Fermentation des eaux de suint, XVII, 320, 377. — Recherche, séparation et dosage des acides gras volatils, XVIII, 427. — Les principes azotés de la sueur, XVIII, 461. — Dosage de l'acide carbonique libre et combiné dans les liquides organiques, XVIII, 497. — Les principes volatils de la sueur, XVIII, 503.

BUISINE, A., et P. BUISINE.

L'eau de la Lys, XVII, 183, 233. — Changements qui se produisent dans la quantité et la composition de la matière grasse des eaux de suint sous l'influence des microbes et des agents chimiques, XVIII, 470.

BUISINE, A., et E. DUVILLIER.

De la séparation des éthylamines, XI, 89. — Sur la séparation des ammoniacques composées, XIII, 145, 189, 261, 318.

BUTSCHLI, O.

Devons-nous admettre un accroissement du plasma par intussusception ? XX, 145.

CAFFIAUX, H.

Les Francs des Cinq Offices des Feux à Valenciennes, I, 352.

CANU, EUGÈNE.

Le système nerveux d'*Apus*, d'après P. PELSENEER, XVI, 325. — Notice sur un crustacé de la craie brune des environs de Mons, par P. PELSENEER, XVI, 361. — Note sur le genre *Spirochona* STEIN, XVII, 21. — Description de deux Copépodes nouveaux, parasites des Synascidies, XVII, 309, 365. — Compte-rendu des travaux de la

Section de Zoologie au Congrès de Nancy, XVII, 347. — Les Copépodes marins du Boulonnais : 1° Les *Calanidæ*, XIX, 78; 2° Description d'*Isias Bonnierii*, XIX, 228; 3° Les *Hersiliidæ*, famille nouvelle de Copépodes commensaux, XIX, 402.

CARNEL, D.

COBERGHER, peintre, architecte, ingénieur (1560-1630), par M. P. BORTIER, IX, 33.

CARTAILHAC, E.

Cours libre d'anthropologie à la Faculté de Toulouse; leçon d'ouverture, XV, 161.

CATRIN.

Traité des maladies de l'oreille par le Dr V. URBANTSCHITSCH, XIII, 401.

CHARLES, A.

Note sur un cheval cornu observé à Lille, VII, 135.

CHELLONEIX, E.

Association pour l'étude de la Géologie dans le département du Nord, III, 225. — Association géologique du département du Nord, travaux de 1871-62, IV, 159. — Ours fossile à Beuvry, V, 181.

CHON, F.

Chants et chansons populaires du Cambrésis, par MM. DURIEUX et BRUYELLE, I, 401. — Le Valmuse et les Rosati, II, 88. — Mémoire sur la politique extérieure de LOUIS XI et sur ses rapports avec l'Italie, par A. DESJARDINS, II, 179. — Mémoire sur la Ligue dans le Laonnais, par ANTOINE RICHART, III, 92. — DUCPETIAUX, III, 139. — La chanson de GILLES DINDIN, par le Bibliophile Artésien, III, 204. — Le Docteur DANVIN, III, 218. — FRANÇOIS-JOSEPH NAVEZ, III, 262. — Société des Sciences de Lille, III, 269. — CHARLES-AUGUSTE DE BÉRIOT, III, 326.

C. L.

Biographie anecdotique de KÉPLER, XV, 254

COLAS, ÉTIENNE.

Leçon d'ouverture des cours d'anatomie artistique aux Écoles académiques de Lille, XIV, 401.

CORLIEU, A.

Le docteur CHANTREUIL, XIII, 353.

CORNIL, V.

CHARLES ROBIN, XVI, 289.

COSSERAT, L.

Les récifs de corail, leur structure et leur distribution, par CH. DARWIN, XI, 128, 257, 296.

COUSSEMAKER, DE.

Le Hoop, V, 113, 144, 185. — L. COUSIN, V, 207.

COYNE.

La Chirurgie à la Faculté de Médecine de Vienne, XIII, 391; XIV, 16, 119, 154, 203.

CUNNINGHAM, J. I.

Recherches du D<sup>r</sup> DORHN, sur l'évolution des organes chez les Chordata, XVIII, 510.

C. W.

Précis de pétrographie, traduit de l'allemand par H. FORR, XVIII, 350.

DAMES, W.

Sur la structure de la tête de l'*Archæopteryx*, XIV, 289.

DAMIEN, B. C.

Sur les diverses constantes de réfraction, XV, 65. — Première conférence pour la licence ès-sciences physiques (Faculté des Sciences de Lille), XV, 121.—Comparaison des divers polarimètres XV, 221. — Sur un nouveau polarimètre, XVI, 169. — Sur un nouveau galvanomètre de J. ROSENTHAL, XVII, 133.

DAMIEN, B. C. et TERQUEM.

Sur les décharges disruptives à travers les corps solides et liquides, XVII, 18.

DARESTE DE LA CHAVANNE.

Études tératologiques sur la polydactylie, par M. DELPLANQUE, I. 379.

DASTRE et MORAT.

Le système grand sympathique, XII, 257.

D. C.

Société académique de Boulogne-sur-Mer, Mémoires, T. IV, 1870-72, VIII, 89, 111.

DEBIERRE, Charles.

L'origine ancestrale et le développement embryonnaire du canal intestinal et de ses annexes, d'après nos dernières connaissances, XVIII, 441.

DEBRAY.

Squelette humain trouvé dans la tourbe à Aveluy (Somme), IX, 1. — Note sur une médaille romaine trouvée dans la tourbe à Aire (Pas-de-Calais), IX, 65.

DEBRAY, FERDINAND.

Recherches sur la structure et le développement du Thalle des *Chylocladia*, *Champia* et *Lomentaria*, XVII, 253.



DEHAISNES, CHARLES.

Musée archéologique de Douai, I, 37, 185; II, 59. — Prix de mille francs décerné dans le ressort académique de Douai, (Rapport), I, 321. — Les POURBUS, par M. KERVYN DE VOLKAERSBEKE, II, 306. — Notice sur un manuscrit sur la Bibliothèque publique de Douai, III, 52, 149, 248. — Documents historiques sur la Flandre maritime. recueillis et publiés par DE COUSSEMAKER, III, 116. — Les tapisseries de haute lisse, histoire de la fabrication lilloise du XIV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, par J. HOUDOY, III, 274. — Esquisse historique du département du Nord avant 1789, IV, 4, 24, 43, 91, 121, 141. — Chapitres de l'histoire de Lille, par J. HOUDOY, IV, 114, 133, 174. — La sainte et noble famille de Lille, IV, 227. — Les commanderies du Temple et de l'Ordre de Malte dans l'Artois, la Flandre wallonne et le Hainaut Français, V, 1, 21, 41, 65. — La ville franche et la prévôté d'Haspres, V, 44, 69. — Les savants GODEFROY, V, 72. — Le cartulaire de l'abbaye de Flines, V, 161. — Les archives départementales du Nord pendant la Révolution, V, 157, 186, 223, VI, 1, 32. — La Commission royale d'histoire de la Belgique, V, 203. — CHARLES IX, deux années de règne, V, 246, VI, 13, 41. — Les châtelains de Lille. VI, 110, 197. — L'exposition d'objets d'art religieux, VI, 121, 145. — Commission historique du département du Nord, Bousbecques, VIII, 186. — Monuments historiques du département du Nord, IX, 84, 105, 128, 169. — Histoire du château et de la châtellenie de Douai, IV, 185.

DELATTRE, VICTOR.

Découverte d'un Méreau de ROBERT DE CRAY, évêque de Cambrai au XVI<sup>e</sup> siècle, I, 149.

DELPLANQUE, E.

Brachydactylie et mégalodactylie, X, 118.

DESCAMPS, A.

Théorie élémentaire des verbes grecs, par TH. LOUISE, I, 308. — Histoire de la céramique lilloise, par J. HOUDOY, I, 345.

DESJARDINS, ABEL.

Compte-rendu des travaux de la Faculté des Lettres de Douai (1868-69), I, 369.

DESPLANQUE, ALEXANDRE.

Un intendant du Hainaut sous LOUIS XVI, par LEGRAND, I, 14. — Cercle archéologique de Mons, I, 29. — Discours sur l'Université, par FLEURY, I, 34. — Mémoire sur les canaux et rivières de la ville de Lille, par PAËLE, I, 40. — Annuaire de l'Académie Royale de Belgique, pour 1869, I, 43. — Découverte de tombes gallo-romaines à Boulogne, I, 52. — Académie royale de Belgique, classe des lettres, I, 68. — Conférences et cours publics, I, 71, 108, 132. — Nouvelles de la littérature et des arts, I, 87. — Société d'émulation de Cambrai, I, 89, 261. — DON JUAN D'AUTRICHE, par GACHARD, I, 104. — Réunion générale de Sociétés savantes, I, 110. — Société académique de Laon, I, 127. — Précis de l'histoire de Lannoy, par LEURIDAN, I, 141. — Notice historique sur Dunkerque, par LEBLEU, I, 143. — Recherches historiques sur la Puisaye, Saint-Fargeau, Toucy-en-Auxerrois, et leurs seigneurs de la maison de BAR, aux XIII<sup>e</sup>, XIV<sup>e</sup>, XV<sup>e</sup> siècles, par DE SMYTTÈRE, I, 147. — Le château des Diables ou les souterrains du Caillou-qui-bique, par TASSIN, I, 181. — Académie d'Archéologie de Belgique, I, 197. — Société dunkerquoise, I, 226. — Société des Antiquaires de la Morinie, I, 249. — Académie impériale d'Arras, I, 263. — L'abbaye de Clairmarais, par DE LA PLANE, I, 264. — Mémoires historiques sur l'arrondissement de Valenciennes, I, 285. — Le pèlerinage de CHILDE-HAROLD, traduit par ALARD, I, 306. — Essai de biographie lilloise contemporaine, par H. VERLY, I, 309. — Catalogue des objets d'art composant le musée de Cambrai, par BERGER et BRUYELLE, I, 213. — Découverte archéologique à Marœil, I, 318. — Commission historique du Nord, I, 334. — ANNE DUBOIS, fondatrice des Brigittines, de Lille, par A. DE NORGUET, I, 344. — Pierres tombales de Willerval, I, 362. — Commission des antiquités départementales du Pas-de-Calais, I, 387. — Musées et collections : Don BERTHOUD au musée de Douai, I, 399. — Restauration de la chambre échevinale d'Ypres, I, 408. — Société d'Agriculture, Sciences et Arts de Douai, II, 1. —

Musées et collections , II , 21.—Concordat cambrésien de 1446 , par DANCOISNE , II , 24. — LAMARTINE , député du Nord , II , 28. — Un médecin hénuyer au XV<sup>e</sup> siècle , II , 32. — Commission historique du Nord , II , 41. — Annuaire de l'Académie de Belgique pour 1870 , II , 57. — Société dunkerquoise , II , 135. — Société d'émulation de Cambrai , II , 144 , 174 , 301. — Réunion générale des Sociétés savantes , II , 149. — La Halle échevinale de la Ville de Lille , par HOUDOY , II , 155. — Le baron DE VUORDEN , sa vie , ses écrits , par CH. DE VENDEGIES , II , 158 , 183 , 216.—Académie de Belgique , II , 201.—Histoire de l'ancienne confrérie d'amateurs de fleurs , établie aux Récollets-anglais à Douai. sous le vocable de *Sainte-Dorothée* , par A. DE TERNAS , II , 226.—Les Bibliophiles picards , par POUY , II , 239. — Le crucifix blasphématoire du Palatin , par KRAUS , traduit par DE LINAS , II , 224. — L'emplacement de Quentovic , II , 247.—Société académique de Laon , II , 268. — Hagiographie du diocèse d'Amiens , par CORBLET , II , 280. — Trois chevaliers d'Hesdin au XI<sup>e</sup> siècle , II , 311. — Société des Sciences , des Arts et des Lettres du Hainaut , II , 329. — Cercle archéologique de Mons , II , 331. — ARNOULD D'HESDIN , II , 337.—Le baillage d'Aire au XIV<sup>e</sup> siècle , II , 344 , III , 105. — Société des Antiquaires de la Morinie , II , 361. — JEAN BART , son influence , son époque , par LEBLEU , II , 371. — Le monastère de STENELAND , par COUSIN , III , 7. — Troubles religieux du Câteau-Cambrésis , III , 22 , 49 , 97 , 159 , 187 , 205 , 280. — Les Châtelains de Douai au XI<sup>e</sup> siècle , IV , 61 , 81.

DESPLANQUE et GOSSELET.

Préface du *Bulletin scientifique , historique et littéraire* , I , 1. — A nos lecteurs , I , 410.

DOLLFUS , GUSTAVE.

Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers , par E. VAN DEN BROECK , X , 304. — Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par les eaux météoriques , par E. VAN DEN BROECK , XIII , 104.—Géologie de la Belgique , par M. MOURLON , XIII , 230.

DOLLO , LOUIS.

Les oiseaux dentés du Far-West et l'*Archeopteryx* , XIII , 289.—

Note sur la présence chez les oiseaux du « troisième trochanter » des Dinosauriens , et sur la fonction de celui-ci , XV , 47. — Notes paléontologiques : Un scorpion silurien ; la *Nebalia* et ses parents paleozoïques ; les Ichthyosaures , XVI , 109. — Sur le crâne des Mosasauriens , XIX , 1. — Sur la signification du *Trochanter pendant* chez les Dinosauriens , XIX , 215.

DROUYN DE L'HUYS.

Histoire de l'industrie sucrière du Nord , X , 25.

DUBOIS, MICHEL.

Le *Niptus hololeucus* , XVII , 394.

DUFLO , CH. et E. DUVILLIER.

Synthèse de l'indigo par le professeur BAEYER , X , 321.

DUPONT, ED.

Sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique , XIV , 1. — La chronologie géologique XVI , 1 , 65. — Sur la découverte d'un mosasaurien gigantesque dans le Hainaut , XVI , 177.

DUREAU, A.

DAVAINE , XIV , 385.

DURIEUX , A.

Chanson de MADOULET, II . 99. — Souv'nirs d'un homme d'Douai , par L. DECHRISTÉ , II , 286.

DUTILLEUL , GEORGES.

Nouvelles zoologiques , XIV , 382 ; XV , 87 ; XVI , 42 , 87 , 181 , 250 ; XVII , 31. — VICTOR MEUREIN , XVI , 288. — Sur un rhizopode nouveau, l'*Arcyothrix Balbianii*, d'après P. HALLEZ , XVI , 323. — Sur l'appareil reproducteur de la *Pontobdella muricata* , XVI , 349 , XVII , 125. — Le carmin picroboraté , XVI , 371. — Manuel de technique microscopique du D<sup>r</sup> FRANCOTTE , XVII , 250. — Un nouveau type de



transition, *Ctenoplana Kowalevskii*, d'après KOROTNEF, XVII, 282. — De la Blépharoptose d'origine cérébrale, par H. SURMONT, XVII, 391. — Essai comparatif sur les organes copulateurs et leurs annexes dans les genres *Helix* et *Zonites*, XVII, 397. — Sur la genèse de la cuticule dans le groupe des Hirudinées, XVIII, 147. — Thèse de doctorat ès sciences de A. BUISINE, XVIII, 158. — Essai sur l'anatomie de l'Élaule, par CARPENTIER, XVIII, 263. — Thèse de doctorat ès-sciences de O. LIGNIER, XVIII, 535.

DUVILLIER, E.

Sur l'acide éthyloxybutyrique normal et ses dérivés, X, 39. — Sur l'acide méthoxybutyrique normal et ses dérivés, X, 107. — Sur l'éthyloxybutyramide normale, X, 168. — Sur le méthoxybutyrate d'éthyle, X, 249. — Sur l'éthyloxybutyrate de méthyle, XI, 22. — Sur le méthoxybutyrate de méthyle, XI, 49. — Sur l'acide phénylamido  $\alpha$  butyrique, XI, 146. — Sur l'acide isooxyvalérique et ses dérivés, XI, 183. — Sur l'acide méthylamido  $\alpha$  butyrique et ses dérivés, XI, 225. — Sur l'acide phénylamidoisovalérique, XI, 285. — Sur l'acide méthylamidoisovalérique et ses dérivés, XI, 318. — Sur un nouveau mode de formation de l'acide diméthylacrilique, XII, 198.

DUVILLIER, E., et A. BUISINE.

De la séparation des éthylamines, XI, 89. — Sur la séparation des ammoniaques composées, XIII, 145, 189, 261, 318.

DUVILLIER, E., et C. DUFLO.

Synthèse de l'indigo par le professeur BAEYER, X, 321.

ENGEL, K.

A Nancy comme..... ailleurs (sur la réforme de l'enseignement supérieur), XII, 94.

ERRERA, LEO.

Sur l'emploi de l'encre de Chine en microscopie, XV, 240. — Les Bactéries photogènes, XIX, 114.

F. A. L.

L'*Apteryx*, XIV, 77,

FAREZ, EMILE.

Notice sur la découverte des instruments en silex dans l'arrondissement de Valenciennes, II, 259. — Amour maternel des Musaraignes, V, 181.

FEWKES, J. W.

Annélide commensale d'un corail, XV, 111.

FINLAY.

De la transmission de la fièvre jaune par les moustiques, XVIII, 167.

FLAHAUT, E.

*Stratiotes aloïdes*, V, 109. — *Elodea canadensis* et *Stratiotes aloïdes*, VII, 109.

FLAMMARION, CAMILLE.

L'instruction publique en Belgique, XIII, 128.

FOREL, F. A.

Faune pélagique des lacs d'eau douce, XIV, 305.

FORESTIER, A.

Société historique, archéologique et littéraire de la ville d'Ypres et de l'ancienne West-Flandre, II, 105.

FOUCART.

Découverte aux environs de Douai de Lépidoptères nouveaux pour la faune française, XII, 415.

FOURDIN, EM.

Réorganisation de l'hôpital de Saint-Omer, dit de SAINT-LOUIS, ou du Cheval d'Or, ou brûlé, II, 246.

FRAIPONT, J.

Nouvelle exploration des cavernes d'Engis, XVIII, 155.

FRANCOTTE, P.

Microtomes, méthodes d'inclusion et sériation des coupes, XV, 137. — Tableaux synoptiques représentant les principales manipulations dans les laboratoires d'histologie et d'anatomie comparée, XVI, 332.

FROMENTIN.

Érection d'un calvaire sur le champ de bataille d'Azincourt, I, 278.

G., D<sup>r</sup>.

La toile d'araignée dans la fièvre intermittente, XVI, 376.

GAFFAREL, P.

Les premiers voyages de Français dans l'Amérique du Nord, XVI, 378.

GARNAULT, P.

La castration parasitaire chez *Helix aspersa*, XX, 137.

GARREAU et MACHELART.

Recherches sur les Saxifrages, XII, 452.

GASPARD.

Affaissement de la côté de Dunkerque, V, 211.

GAYON, U.

Du sucre réducteur dans les sucres bruts de betterave, XIII, 158.

GEISSLER, JULIUS.

Conseils aux auteurs pour l'exécution des dessins relatifs aux travaux scientifiques, (avec notes de JULES DE GUERNE), XI, 189, 270, 341, 398.

GÉNISSIEU.

M. VICTOR MEUREIN, XI, 39.

GIARD, ALFRED.

Zoologie. — Études embryogéniques sur les Ascidies, V, 77. — Les Chironomes, V, 79. — L'Anarrhique loup, V, 111. — Mollusques nouveaux des côtes du Boulonnais, V, 134. — *Helix cantiana*, V, 180. — Deux insectes de Wandignies, *Blethisa multipunctata* et *Naucoris maculatus*, V, 184. — Un insecte imitateur du *Bibio marci* (*Empis ciliata*), V, 192. — *Cordylophora lacustris*, V, 214. — Les Guêpes du Nord de la France, V, 234. — Les Ibis en France, VI, 24. — Sur une larve de Diptère du genre *Cuterebra*, VI, 68. — *Phragmataecia arundinis*, VI, 71. — *Sitaris humeralis*, VII, 4. — Comme quoi les guêpes ont découvert la fonction glycogénique du foie longtemps avant M. CLAUDE BERNARD, VII, 49. — Les ennemis des ormes, VIII, 2, 76. — Deux lépidoptères nouveaux pour la Faune française, VIII, 23. — Un ennemi peu connu de la betterave, VIII, 158. — *Lucilia bufonivora* MONIEZ, VIII, 171. — Note sur un diptère nouveau pour la faune française (*Penthetria holosericea* MEIG.) suivie de quelques remarques sur les Bibionides fossiles, VIII, 172. — La Chrysomèle de la pomme de terre (*Doryphora* (*Leptinotarsa*) *decemlineata*), VIII, 211. — Nouveaux détails sur la *Lucilia bufonivora* MONIEZ, VIII, 249. — L'œuf et les débuts de l'évolution, VIII, 252. — Classification du règne animal, X, 2, 47, 203. — Note sur les Bibionides fossiles, genre *Plecia*, X, 12. — *Phoronis hippocrepia*, X, 24. — Les habitants d'une plage sablonneuse, X, 31 ; XVII, 187. — Sur les *Wartelia*, genre nouveau d'Annélides considérées à tort comme des embryons de Térébelles, X, 122. — Sur l'*Avenardia Priei*, némertien géant de la côte occidentale de France, X, 233. — Sur les Isopodes parasites du genre *Entoniscus*, X, 237. — Particularités de reproduction



de certains Echinodermes en rapport avec l'éthologie de ces animaux, X, 296. — *Planaria viganensis*, XI, 216. — Sur l'organisation et la classification des *Orthonectida*, XI, 338. — Note sur l'existence temporaire de Myriapodes dans les fosses nasales de l'homme, suivie de quelques réflexions sur le parasitisme inchoatif, XII, 1. — Tableau synoptique de la famille des Cicindélides, XIII, 169. — Observations sur la place du *Balanoglossus* dans la classification, XIII, 372. — Distribution géographique des Élaphtériens dans le Nord de la France, XV, 239. — Sur les infusoires du genre *Freya*, XV, 264. — Synopsis de la faune marine de la France septentrionale, XVI, 293, XVII, 157, XVIII, 142. — Sur quelques Polynoïdiens, XVII, 1, 334. — Sur quelques Crustacés des côtes du Boulonnais, XVII, 279. — L'amputation réflexe des pattes chez les crustacés, XVII, 306. — Observations sur les mammifères ovipares, XVII, 415. — La castration parasitaire et son influence sur les caractères extérieurs du sexe mâle chez les crustacés décapodes, XVIII, 1. — Observation sur une Physalie (*Physalia pelagica*) trouvée à Dunkerque par THERY, XVIII, 426. — La castration parasitaire (nouvelles recherches), XIX, 12. — Les saumons de la Canche, XIX, 392. — Sur le *Sylon Challengeri* de P. P. C. HOEK, XIX, 433. — Remarques sur le catalogue des poissons du Boulonnais par SAUVAGE, XIX, 444. — Note sur la fécondation partielle, XIX, 486. — Le laboratoire de Wimereux en 1888 (recherches fauniques), XIX, 492. — Leçon d'ouverture du cours d'évolution des êtres organisés, XX, 1. — Sur la signification des globules polaires, XX, 95. — Sur le *Peroderma cylindricum* HELLER, copépode parasite de la sardine, XX, 312.

**Fragments biologiques.** — Syrphes et Entomophthorées, XII, 353. — Deux ennemis de l'ostréiculture, XIII, 70. — Sur l'*Eurytoma longipennis* WALK, XVI, 285. — Sur la présence en France du Schistocéphale, XVI, 287. — Sur *Ophiodromus Herrmanni* GIARD, XVII, 93. — Sur le développement de *Magelona papillicornis*, XVII, 98. — Sur le commensalisme d'un *Caranx* et d'une Méduse, XVIII, 46. — Sur les *Danalia*, genre de Cryptonisciens parasites des Sacculines, XVIII, 47. — Le Gulf-stream sur les côtes du Pas-de-Calais et de la mer du Nord, XIX, 296. — Sur une nouvelle station de *Phreoryctes Menkeanus* HOFFMEISTER (Eaux de

sources de Douai), XIX, 298. — Sur quelques Entomophthorées, XIX, 298. — Castration parasitaire probable chez des *Pterotrachea*, XIX, 309. — Sur les genres *Folliculina* et *Pebrilla*, XIX, 310. — Sur une Anthoméduse de la Manche, *Rathkea octopunctata* Sars, XIX, 317. — Sur l'orientation des Bopyres relativement à leurs hôtes, XX, 167. — Sur l'habitat de *Phreoryctes Menkeanus* Hoffm., XX, 171. — Sur les espèces de *Sepiola* des côtes de France, XX, 171. — Une station de *Mutilla europæa* L. dans le Nord de la France, XX, 175. — Sur le *Phragmidiothrix incrustans* nov. sp., XX, 177. — Sur la présence du Thon (*Thynnus vulgaris* L.) dans la mer du Nord, XX, 178. — Les Odonates du département du Nord, XX, 180.

Botanique. — La flore du bois d'Angre, V, 103. — *Stratiotes aloïdes*, V, 135. — Une excursion botanique à Wandignies, V, 140. — *Elodea canadensis*, V, 213. — Sur la dispersion du *Geranium phæum*, V, 240. — *Anemone sylvestris*, VI, 70. — *Polypodium dryopteris*, VI, 120. — Note sur la géonémie botanique du Nord de la France, VI, 6, 29. — Chrysanthème des moissons, VII, 133. — *Orobanche minor* var. *appendiculata*, VIII, 119. — Le *Crithmum maritimum*, X, 266. — Deux espèces d'*Entomophthora* nouvelles pour la flore française et présence de la forme *Tarichium* sur une muscide, XI, 353. — Note sur un agaric nouveau pour la flore française (*Hygrophorus Houghthonii*, Berk. et Br.), XI, 384. — Deux plantes intéressantes du bois de Phalempin, XII, 382. — Découvertes récentes sur les champignons du groupe des *Entomophthoræ*, XIII, 162. — Sur la transformation de *Biota orientalis* en *Retinospora*, XVII, 131. — Observations sur les bactéries photogènes, XIX, 118. — Sur la transformation de *Pulicaria dysenterica* en plante dioïque, XX, 53. — Note sur *Sorospora agrotidis* Sorok., XX, 81. — Sur quelques types remarquables de champignons Entomophytes, XX, 197.

Tératologie. — Chèvre hétéradelphe, V, 111. — Chat aux yeux discolores, V, 212. — Variété sénestre de l'*Helix nemoralis*, VI, 285.

Questions d'enseignement. — Laboratoire de zoologie ma-

ritime de Wimereux, VI, 165. — La Faculté des sciences de Lille au Congrès des Sociétés savantes des départements, X, 98. — L'observatoire météorologique du Pic du Midi, X, 100. — Faculté de médecine de Lille, X, 248, 273; XII, 45, XVII, 156. — Rapport de M. WURTZ sur les Facultés de médecine en Allemagne et en Autriche-Hongrie, XI, 61. — La question de l'appel aux cours des Facultés, XI, 206. — Les concours de fin d'année à la Faculté de médecine de Lille, XII, 135. — La question de la Faculté de médecine, XIV, 121. — Le laboratoire du Portel, les grandes et les petites stations maritimes, XX, 298.

**Bibliographie, Analyses, Critique.** — Les papillons diurnes de Belgique par QUÆDVLIEG, V, 164. — Les foraminifères vivants de la Belgique par MILLER et VAN DEN BROECK, V, 168. — Un papillon dans la houille par PREUDHOMME DE BORRE, VII, 121. — Études tératologiques par DELPLANQUE, VII, 209. — Études sur les Foraminifères de la Barbade par VAN DEN BROECK, IX, 27. — Note sur quelques lépidoptères des environs de Valenciennes par TH. HETTE, IX, 215. — Catalogue des plantes vasculaires et des mousses observées dans les environs de Boulogne-sur-Mer par A. RIGAUD, X, 8, 50. — Les coléoptères fossiles d'Auvergne, par OUSTALET, X, 56, 105, 109. — De l'anémie des mineurs dite d'Anzin, par MANOUVRIEZ, X, 87. — De la fermentation alcoolique avec le *Mucor circinelloides*, par GAYON, X, 208. — Sur un procédé pour extraire entièrement le sucre cristallisable des mélasses, par GAYON, X, 260. — Un vertébré annuel, *Cristallogobius pellucidus*, par COLLETT, X, 295. — Leçons d'histoire naturelle médicale données à l'Université catholique de Lille, par le D<sup>r</sup> GUERMONPREZ, X, 342. — Le nouveau livre du D<sup>r</sup> ISNARD, XI, 168. — Revue mycologique de ROUMEGUÈRE, XI, 261. — Révision de la flore du Nord par l'abbé BOULAY, XII, 30. — Un nouveau type de transition, *Cæloplana Metschni'owii*, par KOWALEVSKY, XII, 251. — Recherches sur l'histoire de la médecine, par BORDEU, XIV, 32. — Sur un mollusque nouveau, *Corambe batava*, des côtes de Hollande, par KERBERT, XVII, 136. — Étude sur la pisciculture d'A. LEFEBVRE. XVIII, 358. — Traité d'anatomie humaine de GEGENBAUR, traduit par JULIN, XIX, 322. — Forms of animal life de ROLLESTON et JACKSON. XIX, 323. — Practical zoology de MARSHALL et HURST, XIX, 323. — Recherches sur l'appareil végétal

tatif des Bignoniacées, Rhinanthacées, Orobanchées et Utriculariées, par HOVELACQUE, XIX, 515. — Première liste de galles du Nord de la France, par FOCKEU, XX, 84. — De insectorum morbis qui fungis parasitis efficiuntur, par KRASSILSTCHICK, XX, 120. — Atlas d'anatomie comparée des Invertébrés, par VAYSSIÈRE, XX, 192. — Sur le *Pleuracanthus Gaudryi* de BRONGNIART, XX, 193.

**Varia.** — Oraison funèbre d'un vivant, X, 66. — Une aimable rectification, X, 101. — Confession générale, X, 132. — Le rapport-prospectus de M. JEANNEL, X, 186. — De l'influence néfaste des prix de l'Académie, X, 214. — Caveant consules ! X, 240. — Les zymases vénériennes à l'Université catholique de Lille, X, 275. — L'*Avenir* n'existe plus que dans le passé, X, 317. — Une juste réparation, X, 349. — Le journal des sciences médicales de Lille, grande fêerie en une foule de tableaux, XI, 25. — Une singulière méprise, XI, 41. — Quelques mots à propos des clefs dichotomiques. XI, 64. — Entomologie lilloise, XI, 86, 134, 165. — Musée d'histoire naturelle de Lille, XII, 123; XIII, 96. — JEHAN, JEANNEL et J... hannetons, XI, 132. — Le portrait de RUFUS, d'après LAMETTRIE, XI, 260. — La collection MACQUART, XI, 387. — Abonnements pour le purgatoire, XII, 144. — La botanique par supposition, XII, 224. — Les noms vulgaires de la Salamandre maculée, XII, 254. — Deux mathématiciens valenciennois, XIII, 139. — Union des étudiants de Lille, XIII, 359. — Le professeur MORREN, XVII, 155. — Paléontologie fantaisiste : un reptile en bois ! XX, 143.

GIARD ALFRED et J. BONNIER.

Sur deux nouveaux genres d'Epicarides : *Probopyrus* et *Palægyge*, XIX, 53. — Sur *Priapion* (*Portunion*) *Fraissei*, XIX, 473. — Sur les Epicarides de la famille des *Dajidae*, XX, 252. — Sur l'*Aspidæcia Normani* et la famille des *Choniostomatidae*, XX, 341.

GIARD, ALFRED, et A. MAGNIN.

Notes sur la castration parasitaire de *Melandryum vespertinum* (*Lychnis dioica*), XX, 150.



GIARD, ALERED, et A. ROUSSIN.

Rapports adressés au Ministre de la Marine et des Colonies sur le repeuplement des eaux maritimes et la vulgarisation de l'emploi d'engins pour la pêche de la chevrette, XX, 516.

GOSSART.

Recherches sur le pouvoir réfringent des liquides, par DAMIEN, XIII, 378.

GOSSELET, JULES.

Géologie et Archéologie.— Découverte de la Meule aux environs de Valenciennes, I, 18. — Sépulture gallo-romaine de Ronchin, I, 19. — Analyses d'ardoises, I, 85. — Le Caillou-qui-bique, I, 183. — Tranchées de chemin de fer aux environs d'Anor et d'Origny, I, 189. — Craie des environs de St-Omer, I, 267. — Cours de Géologie de la Faculté des Sciences de Lille, I, 392; II, 18, 50, 116, 152. — Le prétendu homme fossile de Villers-Plouich, II, 68. — Mammouth à Blandecques, II, 72. — Dolmen, près Namur, II, 130. — Cimetière franc à Lille, II, 197. — Instruments en silex taillé, II, 200. — Milliaire romain à Etrœungt, II, 228. — Failles et puits naturels dans le terrain houiller, II, 292. — Terrain silurien du Boulonnais, II, 359. — Coupe dans la craie à Carvin, II, 390. — Une falaise crétacée entre Tourcoing et Roubaix, III, 30. — Calcaire carbonifère du Hainaut, IV, 190. — Topographie ancienne de la Flandre, V, 147. — Haches en pierre polie, VI, 284.

Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines, III, 13, 57, 77, 107, 113, 153, 210, 255, 291, 316; IV, 8, 48, 66, 85, 101, 124, 152; V, 4, 28, 75, 93, 96, 118, 137, 181, 217; VI, 5, 25, 73, 97, 156, 193, 241; VIII, 1, 36, 51, 91, 138, 171, 189; VIII, 7, 30, 63.

Sociétés savantes. — Académie des Sciences de la Somme, I, 57; II, 265. — Académie royale de Belgique, I, 65, 98, 227, 297; II, 44, 114, 204, 297; III, 145, 227. — Commission des monuments historiques du Pas-de-Calais, III, 203. — Congrès international

d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique, IV, 164, 205, 234. — Société académique de Boulogne-sur-Mer, I, 25; II, 75. — Société archéologique de Vervins, V, 176. — Société académique de St-Quentin, I, 329; II, 81; VII, 39. — Société d'agriculture de Douai, I, 376, 383. — Société d'agriculture de Valenciennes, I, 281; III, 177. — Société d'émulation de Roubaix, II, 169. — Société d'enseignement mutuel des Travailleurs de Roubaix, II, 211. — Société des Antiquaires de Picardie, I, 217; II, 111; III, 201. — Société des Sciences de Lille, I, 3, 94, 153, 193, 256; II, 12, 177, 209; III, 1, 113; VII, 243. — Société des Sciences du Hainaut, II, 77. — Société dunkerquoise, I, 121; II, 137. — Société géologique de France, VI, 230. — Société linnéenne du Nord de la France, V, 112.

**Bibliographie, Analyses.** — Notice sur le Prof. SCHÖNBEIN, par SCOUTTETEN, I, 42. — Physique sociale de A. QUETELET, I, 78. — Mémoires lus à la réunion des Sociétés savantes à la Sorbonne, I, 170. — Recherches archéologiques sur le château de Domart, par DUSEVEL, I, 174. — Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes, par EMILE DORMOY, I, 236. — Hydrologie du département des Ardennes, I, 349. — Sur la fabrication de la soude au four tournant, I, 352. — Les races humaines, par d'OMALIUS D'HALLOY, II, 26. — La photographie, par BLANQUART-EVRARD, II, 62, 82. — Recherches sur l'emploi agricole des résidus de quelques usines, II, 84. — Les fosses de nos forêts, par COCHET, II, 165. — Rapport sur la situation de l'industrie minérale du Pas-de-Calais, par COINCE, II, 181. — Sépultures anciennes de Ferrière-la-Grande, II, 194. — Collection complète des inscriptions numidiques, par FAIDHERBE, II, 240. — Étude sur l'atrébatie, par TERNINCK, II, 276. — Notice sur les terrains tertiaires de la Belgique, par DE KÖENEN, II, 288. — Observations sur le Jurassique supérieur du Boulonnais, par PELLAT, II, 336. — Division de la craie blanche du Hainaut en quatre assises, par CORNET et BRIART, II, 379. — Description des fossiles du calcaire grossier de Mons, par CORNET et BRIART, III, 11. — Étude géologique des collines tertiaires du département du Nord, par ORTLIEB et CHELLONNEIX, III, 46. — Sur les poissons tertiaires de Belgique, par LEHON, III, 48. — Analyse comparative des calcaires du département du Nord, par SAVOYE, III, 70. — Acquisitions

de la flore belge, par THIELENS, III, 73. — Note sur les localités fossilifères de l'Ardenne, par FIRKEL, III, 94. — Etude sur le *Sinus Iltus*, par DE LA ROÏÈRE, III, 233. — Étude géologique du terrain houillier au sud de la concession de Bourges, par L. BRETON, IV, 47. — Recherches sur les eaux sulfureuses du Nord, par LALOY, V, 123. — Relief du sol de la Belgique, par DUPONT, V, 171. — La dynastie marcomirienne, VI, 99. — Quelques traits de l'histoire du pétrole, par FAREZ, VII, 238. — Éléments d'anatomie comparée des invertébrés, par HUXLEY, préface par GIARD, IX, 181. — La joyeuse entrée d'ALBERT et d'ISABELLE à Valenciennes (20 fév. 1600), par LOUISE, IX, 182. — Le terrain houiller du Nord de la France et les végétaux fossiles, par BOULAY, IX, 195. — Note sur la copie des plans par les procédés photographiques, par DU ROY DE BLICQUI, IX, 220. — L'embryogénie des Némertes et des Bryozoaires, par J. BARROIS, IX, 253. — Découverte d'ossements d'*Iguanodon* à Bernissart, par DUPONT, XI, 105.

**Varia.** — Cygnes et Porc-épic, I, 119. — Liste des Mammifères terrestres du département du Nord, I, 212. — Chauve-souris barbastelle, I, 247. — Crustacé et tortue fossiles de Lezennes, I, 361. — Langue française, II, 134. — Les peupliers, II, 323. — Le général NERENBURGER, III, 197. — Aux Abonnés, III, 305. — Aurore boréale, IV, 22. — Cartes géographiques de France, VII, 97. — LOUIS DANIEL, VII, 119. — T. LESTIBOUDOIS, IX, 12. — Carte du département du Nord au 40 millième, par RAILLARD, IX, 205. — Aux abonnés, IX, 308. — Discours prononcé sur la tombe de M. KUHLMANN, XIII, 73. — Discours d'inauguration du Musée des Antiques à Lille, XIII, 135.

#### GOSSELET et DESPLANQUE.

Préface du Bulletin scientifique, historique et littéraire, I, 1. — A nos lecteurs, I, 410.

#### GOSSELIN, EDMOND.

*Elodea canadensis* dans le Nord de la France, IV, 58. — De l'utilité des collections de Tératologie, X, 41.

#### GOSSELIN, E. et G. MAUGIN.

Note sur un *Cardamine* des fortifications de Douai, XII, 246.

GRAFF, L.-V.

Sur la connaissance du rôle physiologique de la Chlorophylle dans le règne animal, XVI, 77.

GRASSET.

Rapport sur la question de l'agrégation rédigé au nom de la Faculté de Montpellier par une Commission composée de MM. DUMAS, CAVALIER, JAUMES, ENGEL et GRASSET, XIV, 146.

GRAVIS, A.

Procédés techniques usités à la station zoologique de Naples en 1883, XV, 183.

GRIMBERT, CH.

Mémoires des Intendants de la Flandre et du Hainaut français sous LOUIS XIV, publié par A. DESPLANQUE, I, 340.

GUERNE, JULES DE.

*Dreissena cochleata*, V, 154. — Musée d'histoire naturelle de Douai: Chimpanzé, Gorille, VI, 69. — Haches en pierre polie des environs de Douai, VI, 143. — *Monotropa hypopitys*, VIII, 209. — *Lithoglyphus naticoides*, VIII, 269. — Société d'histoire naturelle de Reims, X, 62, 326. — Société géologique du Nord, X, 153; XI, 291. — Musée de Douai, legs THIBESARD, X, 157. — Académie d'Amiens, X, 174. — Société malacologique de Belgique, X, 346; XII, 482. — Guide du naturaliste, XI, 43. — Société des Sciences de Lille, XI, 56; XII, 215. — Réponse à M. BOUVIER, XI, 79. — Variation des formes spécifiques à travers des couches d'âges différents, XI, 103. — Bibliothèque municipale de Douai, XI, 168. — Monstruosité scalaire de l'*Helix aspersa*, XI, 321. — Le monument de LOUIS VAN HOUTTE, XI, 418. — Recherches sur les oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, par V. LEMOINE, XII, 23. — Nouvelles de Belgique, XII, 47, 93, 143. — La Société de Géographie du Nord de la France, XII, 142. — L'*Hermès*, XII, 188. — Publication d'un *exsiccata* comprenant la flore de la France septentrionale et de la Belgique, XII, 189. — Antiquité de



*Dreissena polymorpha*, XII, 252. — Méduses d'eau douce et d'eau saumâtre, d'après quelques travaux récents, XII, 417. — Les yeux accessoires des poissons osseux, d'après le D<sup>r</sup> Ussow, XII, 459.

GUERNE, JULES DE, et CH. BARROIS.

Description de quelques espèces nouvelles de la craie de l'Est du bassin de Paris, X, 94.

GUILLAUD, J.-A.

Les anomalies musculaires chez l'Homme, leur explication et leur importance scientifiques, par H. TESTUT, XVI, 48.

GUIRAUDET.

Notice sur l'emploi régulier de la contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains, par A. RICOUR, I, 380. — Cours de tissage, par E. GAND, I, 404.

HALDEMAN, G.-B

Notes sur *Tornaria* et *Balanoglossus*, XVIII, 532.

HALLER, BELA, et P. PELSENEER.

Réplique à M. BOUTAN, XIX, 514.

HALLEZ, PAUL.

Cours d'histoire naturelle de la Faculté des Sciences de Lille, par C. DARESTE, I, 135, 165, 200. — Note sur le développement des Turbellariés, X, 193. — Considérations au sujet de la segmentation des œufs, X, 227. — Contributions à l'histoire des Turbellariés, X, 250. — Considérations sur la détermination des plans de segmentation dans l'embryogénie de *Leptoplana tremellaris*, X, 264. — Sur les cristalloïdes des *Mesostomum*, XI, 149. — Sur les espèces du genre *Vorticeros* de Wimereux, XI, 187. — Rectification à propos de la thèse du D. OSMAN GALEB, XI, 251. — Discours à la séance publique annuelle de la Société géologique du Nord, le 20 juin 1880, XII, 294. — Rapport sur les concours de sciences et le prix WICAR,

XIII, 339. — Sur la spermatogénèse et sur les phénomènes de la fécondation chez *Ascaris megalocephala* CLOCC, XV, 132. — Sur le développement des Nématodes, XVI, 205, 313. — Orientation de l'embryon et formation du cocon chez la *Periplaneta orientalis*, XVI, 245. — Apparition en grande quantité de quelques insectes dans les environs de Lille pendant l'été de 1885, XVII, 48. — Pourquoi nous ressemblons à nos parents, XVII, 196, 236. — Un mot d'histoire à propos de l'amputation réflexe des pattes chez les Crustacés, XVII, 342. — Circumnutation des pédoncules floraux de *Linaria cymbalaria*, XVIII, 357.

HETTE, TH.

Observations sur le catalogue des Lépidoptères du département du Nord, VII, 127.

H. F.

Biographie de GEORGES ENGELMANN, XVI, 120. — De l'ascension de l'eau dans les plantes, théories de BÖHM, de SACHS et de ELFVING, XVI, 355.

H. L. (LESCŒUR).

La question de l'agrégation, XIV, 34. — Faculté de médecine de Lille, XIV, 37.

HORST, R.

La Fécondation et le développement de l'*Hermella alveolata*, M. E., XIII, 1.

HOUDOY, J.

Manufactures de faïence et de porcelaine de l'arrondissement de Valenciennes, par LEJEAL, I, 76.

HOUZÉ DE L'AULNOIT, AIMÉ.

Prix du blé, des objets de première nécessité et de la journée de travail, ses variations depuis un siècle à Lille, par A. SCRIVE, III, 121.

HUBRECHT.

Contribution à la morphologie des *Amphineura*, XIV, 213.

HUTH, ERNST.

Sur la convergence dans les règnes animal et végétal, XIX, 381.

ISAO IJIMA.

Sur l'embryogénie du *Dendrocœlum lacteum*, XV, 100.

ISCHIKAWA et WEISSMANN.

Sur la fécondation partielle, XIX, 225. — Addition à la note sur la fécondation partielle, XIX, 483.

JORISSENNE.

Les noms vulgaires de la Salamandre maculée, XII, 312.

JULIN, CHARLES.

Observations sur le développement des Orthonectidées, XIII, 309.  
— La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique, par FRAIPONT et MAX LOHEST, XVIII, 28. — De la signification morphologique de l'Épiphyse (glande pinéale) des Vertébrés, XVIII, 54, 81.  
— Recherches sur l'anatomie de l'*Amnocoetes*, XVIII, 265. — Extrait d'un rapport sur les travaux de la Section de Biologie de *British Association for Advancement of Science* (Session de Manchester 1887), XIX, 243.

KELSCH.

Pathogénie des Hydropisies, XII, 225, 333.

KOLB.

Phosphate de chaux, VI, 257.

KORSCHOLT, E.

Sur un cas de *plumage de mâle* chez une cane domestique, XIX, 110.

KRASSILSTCHICK.

La production artificielle des parasites végétaux pour la destruction des insectes nuisibles, XIX, 461.

KRAUSE, W.

Sur l'état actuel des Études anatomiques en France, XVI, 148.

KUNSTLER, J.

De la constitution du protoplasma, XIV, 196. — Recherches sur la morphologie des Flagellés, XX, 399.

KUNSTLER et A. DE LUSTRAC.

Sur *Dumontia libera* nov. sp., XX, 293.

L.

Lettre du seigneur CARONDELET, III, 221.

LADUREAU, A.

Note sur la Luzerne du Chili (*Medicago apiculata*) et son utilisation agricole, XI, 8. — Du rôle des corps gras dans la germination des graines, XI, 400. — Le *Soya hispida*, sa culture et sa composition, XIII, 100.

LATASTE, FERNAND.

Trois questions : *Mus decumanus*, *Mus musculus*, *Cavia porcellus*. XVI, 364. — De l'existence de dents canines à la mâchoire supérieure des Damans ; formule dentaire de ces petits pachydermes, XVII, 275. — Le Vison du Japon (*Putorius itatsi*), par BLASIUS, XVIII, 169.

LECOCQ.

Mémoire de la Société des sciences, d'agriculture et des arts de Lille, I, 6. — Académie impériale des sciences, lettres et arts d'Arras, I, 160. — Les corps de métiers et le commerce de Cambrai du XII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle par WILBERT, quelques documents pour



servir à l'histoire de l'industrie à Lille, par DERODE, I, 176. — Académie royale de Belgique, classe des lettres, I, 231. — Histoire des États de Lille, par DE MELUN, II, 119, 190. — De l'origine du langage, d'après la Genèse, par DE BACKER, II, 222. — Mémoire sur l'industrie du lin, par E. MARTIN, III, 242. — Société des sciences de Lille, III, 269. — Association géologique du département du Nord, V, 34.

LEGAY, CHARLES.

Note sur la muqueuse des gencives et sur le mode de terminaison de l'épithélium gingival contre la dent, XIV, 142.

LEGOUVÉ, E.

JEAN PRIÉ, XVII, 138.

LEFEBVRE, A.

Récolte d'œufs de Saumons à l'île Sainte-Aragone, XVII, 426

LEJEUNE.

Fouilles aux Noires-Mottes. V. 61. — Cavernes d'Hydrequent, VI, 240.

LÉPINE.

Sur le prétendu cantonnement de quelques animaux nettoyeurs des plages, XIX, 489.

L. H.

La chronique du Hainaut par GILBERT DE MONS, VIII, 125.

L. HN.

Le principe toxique des moules ou *mytilotoxine*, XVII, 100.

LELIÈVRE, ALFRED.

Révision de la collection conchyliologique d'HÉCART, VI, 75, VII, 86. — Sur quelques espèces intéressantes des genres *Arion* et

*Limax*, VII, 84. — Note critique sur le catalogue des Lépidoptères de LE ROI, VII, 94. — Note sur les genres *Limax* et *Arion*, VII, 159. — Essai sur la distribution topographique des Mollusques terrestres et fluviatiles du département du Nord, VIII, 55, 73. — Clef dichotomique pour la détermination des genres de mollusques terrestres et fluviatiles du Nord de la France, X, 81, 143, 178. — Les *Lucilia* des environs de Valenciennes, X, 85. — La collection bryologique d'HÉCART et le troisième fascicule de l'abbé BOULAY, XII, 87.

LELOIR, HENRI.

Dermite professionnelle spéciale (eczéma des fleurs et varouleurs de lin), XVII, 178.

LEMOINE, VICTOR.

Atlas des caractères spécifiques des plantes de la flore parisienne et de la flore rémoise, XIII, 172.

LEROY.

Histoire des rapports de droit public qui existèrent entre les provinces belges et l'empire d'Allemagne depuis le démembrement de la monarchie carlovingienne jusqu'à l'incorporation de la Belgique à la République française, par BORCHGRAVE, III, 184.

LESNEUCQ-JOURET, TH.

La chicorée-café, extrait de l'histoire de Lessines, XI, 253.

LEUCKART, RUDOLF.

Sur le développement de *Sphaerularia bombi*, XVI, 139.

LEURIDAN, TH.

Notice sur Noyelles-sur-Selle et ses barons par DESILVE, II, 124. — Bavaïet la contrée qui l'environne par L. DELHAYE, II, 182. — Société historique et littéraire de Tournai, II, 233. — La magistrature tournaïsiennne par VANDENBROECK, II, 237. — Le Droit de Senne dans la

Chatellenie de Lille, III, 130. — Le Pagus leticus, IV, 221. — Châtellenie de Lille, V, 89. — Une vieille généalogie de la maison DE WAVRIN, par BRASSART, IX, 295.

LIGNIER, OCTAVE.

Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des Lécythidées. des Napoléonées et des Barringtonées (Lécythidacées), XXI, 289.

LOË, A. DE, ET RAEYMAEKERS.

Recherches malacologiques à l'embouchure de la Somme, à Saint-Valery, au Crotoy. à Cayeux, au bourg d'Ault, à Mers et au Tréport, XVI, 209.

LUSTRAC (A. DE) ET KUNSTLER.

Sur *Dumontia libera*, nov. sp., XX, 293.

MACHELART ET GARREAU.

Recherches sur les Saxifrages, XII, 452.

MANOUVRIEZ, A.

Deux observations de malformations congénitales du membre thoracique : Brachydactylie et Heptadactylie, X, 210.

MAC INTOSH, W. C.

Conservation des Annélides, XI, 47.

MAGNIER ET PETERMANN.

Notice sur le *Lysimachia thyrsoiflora*, XIII, 98.

MAGNIN ET GIARD.

Notes sur la castration parasitaire de *Melandryum vespertinum* (*Lychnis dioïca*), XX, 150.

MARIAGE, J.-B.

Monographie de la chicorée-café, XI, 192, 227, 274. — Les origines de la chicorée-café, XI, 289.

MARIN.

Petit duc (*Scops Aldowrandi*) dans le Nord, III, 199.

MASCART.

ALFRED TERQUEM, XVIII, 548.

MASQUELEZ.

Les distributions d'eau dans le Nord, VI, 182, 214, 268.

MATTON.

La peine de mort à Lille de 1565 à 1574, II, 290.

MAUGIN, GUSTAVE.

Observations à propos de *Lysimachia thyrsoiflora*, XIII, 99.

MAUGIN ET GOSSELIN.

Note sur un *Cardamine* des fortifications de Douai, XII, 246.

MAURICE, CHARLES.

Des larves aauatiques dans les différents groupes de Lépidoptères, XIII, 115.

MAURICE, JULES.

Nouvelles entomologiques : *Henestaris laticeps*, *Lignyodes enucleator*, X, 320. — Relations entre les faunes entomologiques d'Europe et d'Amérique, XI, 108.

MEUREIN, VICTOR.

Météorologie de décembre 1868 à novembre 1869, I, 21, 53, 86, 118, 148, 191, 215, 247, 279, 316, 364, 406. — De décembre 1869 à novembre 1870, II, 39, 71, 101, 135, 167, 198, 231, 263, 294, 327, 358, 390. — De décembre 1870 à novembre 1871, III, 30, 64, 86, 111, 142, 174, 199, 222, 266, 301, 327. — De décembre 1871 à novembre 1872, IV, 18, 21, 38, 60, 79, 97, 120, 139, 179, 217, 238.



— De décembre 1872 à octobre 1873, V, 17, 39, 60, 87, 107, 133, 179, 210, 262. — De novembre 1873 à décembre 1874, VI, 20, 66, 95, 117, 142, 190, 281. — De janvier à novembre 1875, VII, 110, 157, 187, 249. — De décembre 1875 à décembre 1876, VIII, 21, 47, 68, 96, 115, 149, 167, 206, 243, 271. — De janvier à décembre 1877, IX, 30, 55, 79, 103, 126, 164, 201, 249, 302. — De janvier à décembre 1878, X, 22, 66, 102, 134, 158, 190, 244, 279, 318, 350. — De janvier à novembre 1879, XI, 45, 86, 135, 166, 215, 262, 348, 350, 391, 420. — De Décembre 1879 à décembre 1880, XII, 38, 91, 140, 186, 218, 445, 487. — De janvier à décembre 1881, XIII, 30, 78, 109, 140, 175, 239, 303, 355, 406. — De janvier à décembre 1882, XIV, 39, 87, 126, 163, 209, 255, 317, 397, 477. — De janvier à février 1883, XV, 60.

#### METSCHNIKOFF, ÉLIAS.

De la position du *Balanoglossus* dans la classification, XIII, 361. — Sur le rôle phagocytaire des cellules géantes du tubercule (*analyse*), XX, 161.

#### MINOT, C. S.

La mort et l'individualité, XVI, 57.

#### MOLLINS, JEAN DE.

Deux appareils automatiques pour le lavage intermittent des précipités, XI, 153. — Note sur un nouveau mode de génération de l'ammoniaque, XI, 158.

#### MONIEZ, ROMAIN.

Un Diptère parasite du crapaud (*Lucilia bufonivora*), VIII, 25. — Sur les Lucilies parasites des Batraciens, IX, 67. — Cours élémentaire de botanique de GOSSELET, X, 125. — Sur un cas remarquable de polydactylie, X, 165. — Le lapin est-il un animal ruminant? X, 169. — Observations tératologiques sur les Tænias, X, 199. — Contribution à l'étude anatomique et embryogénique des Tænias, X, 220. — Sur les Cysticerques, X, 284. — Note préliminaire sur les Botriocéphaliens et sur un type nouveau du groupe des Ces-

todes, les *Leuckartia*, XI, 67. — Sur quelques points d'organisation du *Solenophorus megacephalus*, XI, 113. — Note sur le *Tœnia Krabbei*, espèce nouvelle de *Tœnia* armé, XI, 161. — Note sur deux espèces nouvelles de *Tœnias* inermes, *T. Vogti* et *T. Benedeni*, XI, 163. — Algues marines observées à Wimereux, XI, 197. — Note sur la métamorphose des Cestodes, XI, 233. — Note pour la révision des Muscinées et Hépatiques du Nord, XI, 265. — Les accidents causés par les Ascarides et d'un danger possible dans l'emploi de la santonine, XI, 305. — Note sur une particularité de la formation des œufs chez la Ligule, XI, 323. — Note sur les Cysticerques, XI, 346. — Note sur l'histoire des Tétrarhynques, XI, 393. — Quelques mots à propos de la révision de la Flore du Nord, par l'abbé BOULAY, XII, 80. — Embryogénie de la Ligule (*Ligula simplicissima*), XII, 112. — Dernier mot à propos du troisième fascicule de M. l'abbé BOULAY, XII, 133. — Notes sur quelques plantes du Boulonnais, XII, 220. — Études sur les Cestodes, XII, 240, 356, 407. — Cestodes et Helminthologistes, XII, 281. — Un Spiroptère d'espèce nouvelle, XII, 447. — Notes sur le *Tœnia Barroisii* n. sp. et sur les vaisseaux de l'*Abothrium gadi*, XII, 448. — Nouveaux éléments d'Hygiène par ARNOULD, XIV, 116.

#### MONTÉE, P.

Études de Théodicée, par J.-B. TISSANDIER, I, 300.

#### MORAT.

Sur l'existence de nerfs vaso-dilatateurs dans les racines du sciatique, X, 161.

#### MORAT et DASTRE.

Le système grand sympathique, XII, 257.

#### MOREAU, E.

L'enseignement technique et les écoles professionnelles à Roubaix, XIII, 177.

#### MORELLE, E.

Recherches sur la Bergénite, XIV, 292.

MORREN, ED.

Les plantes carnivores, VIII, 49. — L'institut botanique de l'Université de Liège, XVI, 262.

MULLER, A. et ORTLIEB.

Note sur la fabrication des carbonates de potasse et de soude par la transformation directe des chlorures correspondants, ainsi que du sulfate de soude par la Triméthylamine, XII, 268, 359.

MULLER, CH.

Une visite au jardin botanique de l'Université de Strasbourg, XV, 204.

MUELLER, FRITZ.

Pour DARWIN, XIV, 354, 418 ; XV, 10.

N.,

Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences. IX, 236. — Le marquis de GODEFROY-MÉNILGLAISE, IX, 290. — Société académique de Boulogne-sur-Mer, IX, 299.

NANSEN, FRIDJOF.

Un hermaphrodite protandrique (*Myxine glutinosa* L.) parmi les vertébrés, XX, 315.

NEUMANN ET TROUESSART.

Diagnoses d'espèces nouvelles de Sarcoptides plumicoles (*Analgesince*), XIX, 325.

NORGUET, A. DE.

Les arrivages de gibier des pays du Nord à Lille, I, 46. — Le loup, I, 80, 116. — Apparition d'oiseaux étrangers, I, 85. — Hybride de canard et de sarcelle, I, 205. — Ravages des chenilles sur les arbres fruitiers et les haies, I, 240, 268. — Pélican blanc, I, 315.

— Passage annuel des oies sauvages, I, 356. — Cerfs, daims, chevreuils, II, 65. — Oiseaux amenés par les froids, II, 93. — Les Hirondelles, II, 126. — Isopodes, cloportes, II, 195. — Nidification de l'Hirondelle des fenêtres, II, 254. — Ornithologie du Nord de la France, II, 350, 381. — Reptiles, III, 18. — Cygnes sauvages, III, 63. — *Chironomus plumosus*, III, 74. — Société entomologique de Belgique, III, 89; IV, 94; VII, 59; VIII, 65. — Rongeurs, III, 124, 169, 195. — Insectivores, III, 286. — Merle blanc, IV, 1. — Société malacologique de Belgique, IV, 108. — Mollusques terrestres et fluviatiles, IV, 198. — Les myriapodes de Belgique, IV, 201. — Conspectus systematicus et geographicus avium europæarum, par A. DUBOIS, IV, 214. — Poissons d'eau douce, IV, 231. — Recherches sur les Synascidies, par A. GIARD, V, 6. — Musaraigne pygmée, V, 40. — *Stratiotes aloïdes*, V, 64. — *Bibio marci*, V, 100. — LORQUIN, V, 260. — Huppes et cigognes noires, V, 264. — Coléoptères du Nord, VI, 8, 28. — Société d'émulation d'Abbeville, VI, 92. — *Adelops wollastonii*, VI, 126. — Lépidoptères du Nord par LEROI, VI, 203. — Hemiptères du Nord, par LETHIERRY, VI, 254. — Coléoptères myrmécophiles du Nord, VII, 25. — Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts, VII, 101. — Société d'agriculture, sciences et arts de Valenciennes, VII, 143. — Apparition d'oiseaux rares, VII, 219. — Catalogue méthodique et raisonné des Lépidoptères des environs de Douai, VII, 235. — Métis de pintade et de paon, VIII, 77. — Les nids, VIII, 97. — *Doryphora decemlineata*, VIII, 270. — Ornithologie locale : les œufs, IX, 3. — Le *Macareux* de Graba, IX, 39. — Erpétologie locale, IX, 137.

NUESCH, J.

Bactéries lumineuses sur la viande fraîche, X, 184.

ORTLIEB.

Dosage du sucre au moyen des liqueurs titrées par VIOLETTE, I, 11. — *Lycæna betica*, VII, 168. — Société géologique du Nord, VIII, 129. — L'existence de la glace à température élevée, par TH. CARNELLEY, XII, 444.



ORTLIEB et A. MULLER.

Note sur la fabrication des carbonates de potasse et de soude par la transformation directe des chlorures correspondants, ainsi que du sulfate de soude par la triméthylamine, XII, 268, 359.

OSTEN SACKEN, C. R.

Sur un cas supposé de dimorphisme saisonnier chez les Diptères, X, 281.

P...

Nouvelles zoologiques : le laboratoire de Wimereux et la station du Portel, XIX, 320.

PAEILE, CH.

Galerie départementale du Nord, II, 59. — ROBERT DE CASSEL, seigneur de Dunkerque, Cassel, Nieppe, Warneton, Gravelines, Bourbourg, par J. CARLIER, III, 43.

PAJOT.

La langue médicale et la langue cléricale, XI, 212.

PAPILLON, L.

Fouilles à Vervins, VI, 240.

PAQUET, A.

Considérations sur le traitement des hémorrhagies de la paume de la main, immobilisation par la gouttière moulée et fenêtrée, XI, 169, 241. — Leçons sur l'Orthopédie, XII, 97, 201, 424; XIII, 120, 152.

PARIS, J.-A

Exposé de la législation coutumière de l'Artois, par E. LECESNE, II, 85.

PELSENEER, PAUL.

Les glandes coxales de Mygale, XVI, 101. — De l'existence d'un organe olfactif de SPENGEL et de conduits génitaux pairs chez le Nautile perlé par RAY-LANKESTER et A. G. BOURNE, XVI, 173. — Sur la distinction spécifique des *Sepiola atlantica* et *Rondeleti*, XVI, 219. — JOHN GWYN JEFFREYS, XVI, 258. — L'appareil sternal d'*Ignanodon*, XVI, 317. — Description d'un nouveau genre de Ptéropode gymnosome, XVII, 217. — Sur l'aire de dispersion *Lasca rubra* MONT., XVII, 235. — Les Ptéropodes recueillis par le *Triton* dans le canal des Feroë, XVII, 344. — Gibt es Orthoneuren? XIX, 46. — Sur l'épipodium des Gastropodes rhipidoglosses, XIX, 107. — Sur l'épipodium des Mollusques, XIX, 182. — Sur la classification des Gastropodes d'après le système nerveux, XIX, 293. — Sur la classification phylogénétique des Pélécy-podes, XX, 27.

PELSENEER et HALLER.

Réplique à M. BOUTAN, XIX, 514.

PETERMANN et B. MAGNIER.

Notice sur le *Lysimachia thrysiflora*, XIII, 98.

PREUDHOMME DE BORRE, ALFRED.

Matériaux pour la faune entomologique des Flandres : Coléoptères, première centurie, XIII, 206 ; deuxième centurie, XIV, 165 ; troisième centurie, XVII, 53. — Notes sur les Glomérides de la Belgique, XV, 229. — Nos Elaphriens, XV, 236. — Analyse de deux travaux récents de MM. SCUDDER et CH. BRONGNIART sur les articulés fossiles, XVII, 40.

PROOST, J.

Société littéraire de l'Université de Louvain, I, 396.

PUEL, GUSTAVE.

Leçon d'ouverture du cours d'anatomie normale, XII, 449. — Cours d'anatomie ; muscles du membre thoracique, XIII, 4, 56, 81. — Des analogies de constitution anatomique des systèmes veineux

du crâne et du rachis chez l'homme, et de leurs rapports avec la théorie rachidienne du crâne, d'après OWEN, XV, 129.

QUESNEVILLE.

DUBRUNFAUT, XIII, 348.

QUIDAM.

A quoi sert le microscope ? XI, 217.

RÉDACTION (LA).

Aux abonnés, X, 1. — Publications nouvelles : *Brebissonia*, XVII, 360.

RENARD, A. F. et P. J. VAN BENEDEN.

La station marine d'Edimbourg, XV, 244.

RENAULT, B. et C. EG. BERTRAND.

*Grilletia sphaerospermii*, Chytridiacée du terrain houiller supérieur, XVI, 178.

RENSON, CHARLES.

Nouveau procédé de recherche des Trichines dans les viandes, XVI, 218.

RIGAUX, H.

Découverte de tombeaux anciens à Etouvelles, I, 150. — Découverte de monnaies, II, 39, 132. — Sépulture franque à Lille quartier de Wazemmes, III, 143. — Cimetière mérovingien de Ferrière-la-Grande, III, 175. — Haches en pierre, III, 303. — Haches en pierre à Lille, IV, 20. — Cercle archéologique de Mons, IV, 35. — Poteries, IV, 219. — Habitation Gallo-Romaine à Lille, V, 19. — Découverte de monnaies romaines à Bavai, V, 215. — Notice sur les monuments épigraphiques de Bavai et du musée de Douai, VI, 51, 83. — Orfèvrerie du XV<sup>e</sup> siècle, VI, 192. — Epi de faitage en plomb du XV<sup>e</sup> siècle, VII, 115. — Cimetière de Lille,

VII, 115. — Géographie historique de la Belgique, par PIOT, VII, 140. — Antiquités romaines à Assche, VII, 163, 246. — Mémoires de la Société d'émulation de Cambrai, VII, 182. — Le moulin et la station néolithique de Tugny par LECOCQ, VII, 213. — Défense du territoire de la Gaule au V<sup>e</sup> siècle par TAILLIAR, VII, 221. — Origine du bronze par DE MORTILLET, VIII, 27. — Académie de Belgique, VIII, 86. — Etude sur les forestiers et l'établissement du comté héréditaire de Flandre, par BERTIN, VIII, 240.

ROBERTSON, D.

Renseignements sur la manière de récolter les Microzoaires marins, XIII, 331.

ROMMELAERE. W.

Académie royale de Belgique, XV, 216.

ROUMEGUÈRE, C.

Notes sur le *Boletus ramosus*, BULL., XIII, 15. — Les Algues fluviales et terrestres de France, XV, 89. — Une Ustilaginée destructive de la Violette cultivée, XVI, 248.

ROUSSIN, A. et A. GIARD.

Rapports adressés au Ministre de la marine et des colonies sur le repeuplement des eaux maritimes et la vulgarisation de l'emploi d'engins pour la pêche de la chevrette, XX, 516.

RUYSSEN, F.

La vigne aux temps géologiques; les précurseurs de la vigne, XV, 114.

SAINT-VENANT, B. DE.

La vie et les travaux de M. BOUSSINESQ, XVII, 103, 145.

SALENSKY, W.

Développement de la *Borlasia vivipara* ULJAN., XIV, 462.



SAUVAGE, ÉMILE.

Catalogue des Poissons du Boulonnais, XIX, 438. — Contribution à la connaissance de la faune du Pas-de-Calais et des parties voisines de la mer du Nord et de la Manche, XX, 104.

SEELEY, HARRY GOVER.

Les Dinosauriens, XIV, 233.

SELENKA, ÉMILE.

Les feuillets blastodermiques des Planaires, XIII, 165.

SELYS-LONCHAMPS, DE.

Le Guêpier en Belgique, III, 220.

SIX, ACHILLE.

Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines par GOSSELET, 2<sup>e</sup> Edition, XII, 348. — Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires par DUMONT, XIV, 314. — Nouvelles géologiques, XVI, 184. — La théorie nouvelle de la formation de la Houille par L. BRETON, XVI, 340, 372.

SOROKIN, NICOLAS.

Un nouveau parasite de la Chenille de la Betterave (*Sorospora agrotidis*), XX, 76.

STOECKLIN.

Création d'un port en eau profonde à Boulogne, XI, 310. — Quelques considérations sur les courants alternatifs dans le détroit du Pas-de-Calais, XI, 363.

TAINE, A.

Une habitation gauloise, VIII, 117.

TERQUEM et DAMIEN.

Sur les décharges disruptives à travers les corps solides et liquides, XVII, 18.

THÉRY, ANDRÉ.

Note sur une Physalie (*Physalia pelagica*) trouvée à Dunkerque, XVIII, 423.

THÉVENIN, LUCIEN.

Le Docteur PUEL, XIV, 393.

THIBAUT, D.

Études sur les variations de l'Urée dans l'empoisonnement phosphorique, XIII, 33.

THIELENS.

Note sur le gîte fossilifère de Folz-les-Caves, I, 83.

TOURNEUX, F.

L'anatomie générale, son but, sa méthode, XII, 145. — Sur les applications de l'acide osmique concentré à l'étude des cellules osseuses, XIII, 113. — Développement du tissu osseux, XIII, 241. — Les restes du corps de WOLFF chez l'adulte (mammifères), XIV, 321.

TROUESSART, E.

Revue synoptique de la famille des *Halacaridæ*, XX, 225.

TROUESSART et NEUMANN.

Diagnoses d'espèces nouvelles de Sarcoptides plumicoles (*Analgesinæ*), XIX, 325.

VAN BENEDEN, ÉDOUARD.

Sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides, XIV, 299.

VAN BENEDEN, PIERRE-JEAN.

Poissons des côtes de Belgique , V, 220.

VAN BENEDEN, P.-J. et A.-F. RENARD.

La station marine d'Edimbourg, XV, 244.

VAN DEN BROECK, ERNEST.

Une visite à la Station zoologique et à l'Aquarium de Naples , XIV, 240.

VANDERKINDÈRE.

Histoire des idées et des tendances de la Belgique depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, basée sur les principes de l'hérédité, XII, 385.

VAN HENDE, E.

De la monnaie dans le département du Nord, I, 44, 184; III, 84, Académie royale de Belgique, I, 103. — Essai sur l'atelier monétaire de Valenciennes et sur le monogramme de la monnaie des Comtes de Hainaut, par L. CELLIER, I, 145. — Essai sur la numismatique de l'abbaye de Saint-Waast, par DANCOISNE, I, 146. — Armures des hommes du Nord, les casques de Falaise et d'Amfreville sous les monts, par C. DE LINAS, I, 265. — Ornement de bronze conservé à St-Omer, par DE LINAS, I, 404. — Découverte d'un trésor gaulois, I, 405. — Médaille égyptienne, II, 132. — Découverte de monnaies, II, 167, III, 302. — Le jeton considéré comme instrument de calcul, V, 251. — Inventaire des sceaux de la Flandre, par DEMAY, VI, 47. — M. DE COUSSEMAKER, VIII, 20.

VERLY.

Le rapport de M. WURTZ et le centre universitaire de Lille, X, 313.

VINCIGUERRA.

Les mammifères ovipares, XVII, 407.

VINCENT, J.

Traité élémentaire de météorologie, par HOUZEAU et LANCASTER  
XII, 410.

VIOLLETTE, CHARLES.

Rapports sur la Faculté des Sciences de Lille, XII, 64, 471; XIV,  
57; XVI, 30; XVII, 110; XVIII, 68.

WERTHEIMER.

Description d'un monstre péracéphale, considérations générales  
sur l'acéphalie, XII, 321.

WANNEBROUCQ.

Rapport sur la Faculté de Médecine de Lille, XIII, 19.

WARD, H.-A.

L'*Hatteria (Sphenodon) punctata*, XIV, 89.

WEISMANN et ISCHIKAWA.

Sur la fécondation partielle, XIX, 225. — Addition à la note sur  
la fécondation partielle, XIX, 483.

WIEDERSHEIM.

Paléontologie de l'Amérique du Nord, XIV, 41.

WURTZ.

Rapport sur les Facultés de Médecine en Allemagne et en  
Autriche-Hongrie, X, 273, 313, 336; XI, 61.

---



## INDEX ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

---

[ Les noms en **CAPITALES**, placés entre parenthèses après les titres des articles, indiquent les *Auteurs*, les chiffres romains indiquent les *tomes* et les chiffres arabes les *pages* ].

---

### **ANATOMIE et HISTOLOGIE.**

Essai sur l'anatomie de l'épaule, par CARPENTIER (DUTILLEUL), XVIII, 263. — Traité d'anatomie humaine de GEGENBAUR, traduit par JULIN (GIARD), XIX, 322. — Éléments d'anatomie comparée des Invertébrés, par HUXLEY, préface par GIARD (GOSSELET), IX, 181. — Les anomalies musculaires chez l'homme, leur explication et leur importance scientifiques, par TESTUT (GUILLAUD), XVI, 48. — De la signification morphologique de l'Épiphyse (glande pinéale) des Vertèbres (JULIN), XVIII, 54, 81. — Sur l'état actuel des études anatomiques en France (KRAUSE), XVI, 148. — Note sur la muqueuse des gencives et sur le mode de terminaison de l'épithélium gingival contre la dent (LEGAY), XIV, 142. — Leçon d'ouverture du cours d'anatomie normale (PUÉL), XII, 449. — Muscles du membre thoracique (Id.), XIII, 4, 56, 81. — Des analogies de constitution anatomique des systèmes veineux du crâne et du rachis chez l'homme et de leurs rapports avec la théorie rachidienne du crâne d'après OWEN (Id.), XV, 129. — L'anatomie générale, son but, sa méthode (TOURNEUX), XII, 145. — Développement du tissu osseux (Id.), XIII, 241. — Les restes du corps de WOLFF chez l'adulte (Mammifères) (Id.), XIV, 321.

### **ANTHROPOLOGIE.**

Cours libre d'anthropologie à la Faculté de Toulouse : leçon d'ouverture (CARTAILHAC), XV, 161. — Squelette humain trouvé dans la

### Anthropologie (suite).

tourbe à Aveluy, Somme (DEBRAY), IX, 1. — Notice sur les instruments en silex dans l'arrondissement de Valenciennes (FAREZ), II, 259. — Nouvelle exploration des cavernes d'Engis (FRAIPONT), XVIII, 155. — Les races humaines, par d'OMALIUS D'HALLOY (GOSSELET), II, 26. — La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique, par FRAIPONT et MAX LOHEST (JULIN), XVIII, 28.

### ARCHÉOLOGIE.

Aqueduc romain à Astres, III, 264. — Fouilles archéologiques à Bouvines, IV, 57. — Villa gallo-romaine à Aiseau (Hainaut), VIII, 11. — Tumulus des Sept-Bonnettes, près Douai, VIII, 169. — Manuel élémentaire d'archéologie nationale, IV, 261; VII, 12. — Découvertes de tombes gallo-romaines à Boulogne (DESPLANQUE), I, 52. — Découverte archéologique à Marœil (Id.), I, 318. — Pierres tombales de Willerval (Id.), I, 362. — Sépulture gallo-romaine de Ronchin (GOSSELET), I, 19. — Dolmen, près Namur (Id.), II, 130. — Cimetière franc à Lille (Id.), II 197. — Instruments en silex taillé (Id.), II, 200. — Milliaire romain à Etrœungt (Id.), II, 228. — Recherches archéologiques sur le château de Domart, par DUSEVEL (Id.), I, 174. — Sépultures anciennes de Ferrière-la-Grande (Id.), II, 194. — Haches en pierre polie des environs de Douai (DE GUERNE), VI, 143. — Fouilles aux Noires-Mottes (LEJEUNE), V, 61. — Cavernes d'Hydrequent (Id.), VI, 240. — Fouilles à Vervins (PAPILLON), VI, 240. — Découverte de tombeaux anciens à Etouvelles (RIGAUX), I, 150. — Découverte de monnaies (Id.), II, 39, 132. — Sépulture franque à Lille (Id.), III, 143. — Cimetière mérovingien de Ferrière-la-Grande (Id.), III, 175. — Haches en pierre (Id.), III, 303. — Haches en pierre à Lille (Id.), IV, 20. — Poteries (Id.), IV, 219. — Habitation gallo-romaine à Lille (Id.), V, 19. — Découverte de monnaies romaines à Bavai (Id.), V, 215. — Cimetière à Lil'e (Id.), VII, 115. — Antiquités romaines à Assche (Id.), VII, 163, 246. — Le moulin et la station néolithique de Tugny, par LECOCQ (Id.), VII, 213. — Origine du Bronze, par DE MORTILLET (Id.), VIII, 27. — Une habitation gauloise (TAINE), VIII, 117.

## BACTÉRIOLOGIE.

Travaux récents sur le rouget du porc. XVI, 346. — Sur la formation et la germination des spores chez le *Cladothrix dichotoma* et sur le *Bacterium ureæ* (BILLET), XVI, 159. — Contribution à l'étude de la morphologie et au développement des Bactériacées (Id.), XXI, 1. — Les Bactéries photogènes (ERRERA), XIX, 114. — Observations sur les Bactéries photogènes (GIARD), XIX, 118. — De la fermentation alcoolique avec le *Mucor circinelloides*. par GAYON (Id.), X, 208. — Bactéries lumineuses sur la viande fraîche (NUESCH), X, 184.

## BIOGRAPHIE.

Biographie d'AUGER GHISSELIN de Bousbecques, par DERVEAUX, IX, 59. — Eloge de CLAUDE BERNARD, prononcé à l'Académie de Médecine le 19 mai 1885 (BÉCLARD), XVI, 185, 221. — COBERGHER, peintre, architecte, ingénieur (1560-1630), par BORTIER (CARNEL), IX, 33. — DUCPETIAUX (CHON), III, 204. — Le D<sup>r</sup> DANVIN (Id.), III, 218. — FRANÇOIS-JOSEPH HAVEZ (Id.), III, 262. — CHARLES-AUGUSTE DE BÉRIOT (Id.), III, 326. — Biographie anecdotique de KÉPLER (C.L.), XV, 254. — Le docteur CHANTREUIL (CORLIEU), XIII, 353. — CHARLES ROBIN (CORNIL), XVI, 289. — L. COUSIN (DE COUSSEMAKER), V, 207. — Les POURBUS, par KERVYN DE VOLKAERSBEKE (DEHAISNES), II, 306. — Essai de biographie lilloise contemporaine, par VERLY (DESPANQUE), I, 309. — ANNE DUBOIS, fondatrice des Brigittines de Lille, par DE NORGUET (Id.), I, 344. — LAMARTINE, député du Nord (Id.), II, 28. — Le baron DE VUORDEN, sa vie, ses écrits, par CH. DE VENEGIES (Id.), II, 158, 183, 216. — ARNOULD D'HESDIN (Id.), II, 337. — JEAN BART, son influence, son époque, par LEBLEU (Id.), II, 371. — DAVAINÉ (DUREAU), XIV, 385. — VICTOR MEUREIN (DUTILLEUL), XVI, 288. — V. MEUREIN (GENISSIEU), XI, 39. — Notice sur le professeur SCHÖENBEIN, par SCOUTETTEN (GOSSELET), I, 42. — Le général NERENBURGER (Id.), III, 197. — LOUIS DANIEL (Id.), VII, 119. — T. LESTIBOUDOIS (Id.), IX, 12. — GEORGES ENGELMANN (H. F.), XVI, 120. — JEAN PRIÉ (LEGOUVÉ), XVII, 138. — Le marquis GODEFROY-MÉNILGLAISE (N.), X, 290. — LORQUIN (DE NORGUET), V, 260.

## Biographie (suite).

— JOHN GWYN JEFFREYS (PELSENEER), XVI, 258. — DUBRUNFAUT (QUESNEVILLE), XIII, 348. — La vie et les travaux de M. BOUSSINESQ (DE ST-VENANT), XVII, 103, 145. — DE COUSSEMAKER (VAN HENDE), VIII, 20.

## BOTANIQUE.

Archives botaniques du Nord de la France, par C. EG. BERTRAND, XIII, 142. — Essai sur l'anatomie composée des organes végétatifs des téguments séminaires des Cucurbitacés, XIII, 235. — Flora gallica exsiccata, par MAGNIER, XIII, 238. — Recherches sur les Jalaps, par BOURIEZ, XIV, 469. — Revue de Botanique de ROUMEGUÈRE, XV, 265. — Notarisia, commentarium phycologicum, XVII, 215. — Catalogue des Algues marines du Nord de la France, par DEBRAY, XVII, 216. — La rouille du lin et les lins brûlés (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE), X, 45. — Sur le *Telephora perdrix* R. HARTG. (Id.), XIV, 302. — La rouille des blés (Id.), XV, 84. — Parasites de la vigne et du poirier (Id.), XV, 105. — Maladies des végétaux, *Hydnum diversidens* FR. (Id.), XV, 180. — Théorie du Faisceau (BERTRAND), XII, 49, 116, 165. — L'exposition internationale de géographie botanique, commerciale et industrielle à Anvers (1890) (de BOSSCHÈRE), XX, 185. — Liste de soixante espèces de Champignons charnus de la forêt de Mormal (BOUVARD), IX, 88, 108, 138, 173, 229, 265. — Recherches sur la structure et le développement du Thalle des *Chylocladia*, *Champia* et *Lomentaria* (DEBRAY), XVII, 253. — *Stratiotes aloïdes* (FLAHAUT), V, 109. — *Elodea canadensis* et *Stratiotes aloïdes* (Id.), VII, 109. — Recherches sur les Saxifrages (GARREAU et MACHELART), XII, 452. — Syrphes et Entomophthorées (GIARD), XII, 353. — Sur quelques Entomophthorées (Id.), XIX, 298. — Sur le *Phragmidiotrix incrustans*, n. sp. (Id.), XX, 177. — La flore du bois d'Angre. (Id.), V, 103. — *Stratiotes aloïdes* (Id.), V, 135. — Une excursion botanique à Wandignies (Id.), V, 140. — *Elodea canadensis* (Id.), V, 213. — Sur la dispersion du *Geranium phœum* (Id.), V, 240. — *Anemone sylvestris* (Id.), VI, 70. — *Polypodium dryopteris* (Id.), VI, 120. —



# Botanique (suite).

Note sur la Géonémie botanique du Nord de la France (Id.), VI, 6, 29. — Chrysanthème des moissons (Id.), VII, 133 — *Orobanche minor* var. *appendiculata* (Id.), VIII, 119. — Le *Crithmum maritimum* (Id.), X, 226. — Deux espèces d'*Entomophthora* nouvelles pour la flore française et présence de la forme *Tarichium* sur une Muscide (Id.), XI, 353 — Note sur un Agaric nouveau pour la flore française : *Hygrophorus Houghtonii*, BERK. et BR. (Id.), XI, 384. — Deux plantes intéressantes du bois de Phalempin (Id.), XII, 382. — Découvertes récentes sur les champignons du groupe des Entomophthoræ (Id.), XIII, 162. — Sur la transformation de *Biota orientalis* en *Retinospora* (Id.), XVII, 131. — Sur la transformation de *Pulicaria dysenterica* en plante dioïque (Id.), XX, 53 — Note sur *Sorospora agrotidis*, SOROKIN (Id.), XX, 81. — Sur quelques types remarquables de Champignons Entomophytes (Id.), XX, 197. — Catalogue des plantes vasculaires et des mousses observées dans les environs de Boulogne-sur-Mer, par RIGAUD (Id.), X, 8, 50. — Revue mycologique de ROUMEGUÈRE (Id.), XI, 261. — Révision de la flore du Nord par l'abbé BOULAY (Id.), XII, 30. — Première liste des Galles du Nord de la France, par FOCKEU (Id.), XX, 84. — De Insectorum morbis qui fungis parasitis efficiuntur, par KASSILSTCHICK (Id.), XX, 120. — Note sur la castration parasitaire de *Melandryum vespertinum* (*Lychnis dioica*) (GIARD et MAGNIN), XX, 150. — Acquisitions de la flore belge, par THIELENS (GOSSELET), III, 73. — Les peupliers (Id.), 323. — *Elodea canadensis* dans le Nord de la France (GOSSELIN), IV, 58. — Note sur un *Cardamine* des fortifications de Douai (GOSSELIN et MAUGIN), XII, 246. — *Dreissena cochleata* (DE GUERNE), V, 154. — *Monotropa hypopitys* (Id.), VIII, 209. — Publication d'un *exsiccata* comprenant la flore de la France septentrionale et de la Belgique (Id.), XII, 189. — Circumnutation des pédoncules floraux de *Linaria cymbalaria* (HALLEZ), XVIII, 357. — De l'ascension de l'eau dans les plantes, théories de BOEHM, de SACHS, et de ELFVING (H.-F.), XVI, 355. — Sur la convergence dans les règnes animal et végétal (HUTH), XIX, 381. — La production artificielle des parasites végétaux pour la destruction des insectes nuisibles (KRASSILSTCHICK), XIX, 461. — Note sur la Luzerne du Chili (*Medicago apiculata*) et son utilisation agricole

## Botanique (suite).

(LADUREAU), XI, 8. — Sur le rôle des corps gras dans la germination des graines (Id.), XI, 400. — Le *Soya hispida*, sa culture et sa composition (Id.), XIII, 100. — La collection bryologique d'HÉCART et le 3<sup>e</sup> fascicule de l'abbé BOULAY (LELIÈVRE), XII, 87. — Atlas des caractères spécifiques de la flore parisienne et de la flore rémoise (LEMOINE), XIII, 172. — La chicorée-café, extrait de l'histoire de Lessines (LESNEUCQ-JOURET), XI, 253. — Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des Lécythidées, des Napoléonées et des Barringtoniées (Lécythidacées) (LIGNIER), XXI, 289. — Notice sur le *Lysimacha thyrsiflora* (MAGNIER et PETERMANN), XIII, 98. — Monographie de la chicorée-café (MARIAGE), XI, 192, 227, 274. — Les origines de la chicorée-café (Id.), XI, 289. — Observations à propos de *Lysimacha thyrsiflora* (MAUGIN), XIII, 99. — Cours élémentaire de botanique de GOSSELET (MONIEZ), X, 125. — Algues marines observées à Wimereux (Id.), XI, 197. — Note pour la révision des Muscinées et Hépatiques du Nord (Id.), XI, 265. — Quelques mots à propos de la révision de la flore du Nord, par l'abbé BOULAY (Id.), XII, 80. — Dernier mot à propos du 3<sup>e</sup> fascicule de l'abbé BOULAY (Id.), XII, 133. — Notes sur quelques plantes du Boulonnais (Id.), XII, 220. — Les plantes carnivores (MORREN), VIII, 49. — L'institut botanique de l'Université de Liège (Id.), XVI, 262. — Une visite au jardin botanique de l'Université de Strasbourg (MULLER), XV, 204. — *Stratiotes aloides* (DE NORQUET), V, 64. — Note sur le *Boletus ramosus* (ROUMEGUÈRE), XIII, 15. — Les algues fluviales et terrestres de France (Id.), XV, 89. — Une ustilaginée destructive de la violette cultivée (Id.), XVI, 248. — La vigne aux temps géologiques (RUYSSSEN), XV, 114. — Un nouveau parasite de la betterave, *Sorospora agrolidis* (SOROKIN), XX, 76.

## CHIMIE.

Note sur la fabrication de l'acier, par DESHAYES, XII, 318. — Recherche de la morphine dans l'urine (BRUNEAU), XII, 238. — L'indigo artificiel (A. BUISINE), XIV, 98. — Sur la composition de la graisse du suint (Id.), XV, 97, 178 ; XVI, 106, 133. — Le suint du mouton (Id.), XVI, 322. — Le salin du suint (Id.), XVII, 227. — Le carbonate de

## Chimie (suite).

potasse du suint (Id.), XVII, 226. — Fermentation des Eaux de suint (Id.), XVII, 320, 377. — Recherche, réparation et dosage des acides gras volatils (Id.), XVIII, 437. — Les principes azotés de la sueur (Id.), XVIII, 461. — Dosage de l'acide carbonique libre et combiné dans les liquides organiques (Id.), XVIII, 497. — Les principes volatils de la sueur (Id.), XVIII, 503. — L'eau de la Lys (A. BUISINE et P. BUISINE), XVII, 183, 233. — Changements qui se reproduisent dans la quantité et la composition de la matière grasse des eaux de suint sous l'influence des microbes et des agents chimiques (Id.), XVIII, 470. — Sur l'acide éthyloxybutyrique normal et ses dérivés (DUVILLIER), X, 39. — Sur l'acide méthoxybutyrique normal et ses dérivés (Id.), X, 107. — Sur l'éthyloxybutyramide normale (Id.), X, 168. — Sur le méthoxybutyrate d'éthyle (Id.), X, 249. — Sur l'éthyloxybutyrate de méthyle (Id.), XI, 22. — Sur le méthoxybutyrate de méthyle (Id.), XI, 49. — Sur l'acide phénylamido  $\alpha$  butyrique (Id.), XI, 146. — Sur l'acide isooxyvalérique et ses dérivés (Id.), XI, 183. — Sur l'acide méthylamido  $\alpha$  butyrique et ses dérivés (Id.), XI, 225. — Sur l'acide phénylamidoisovalérique (Id.), XI, 285. — Sur l'acide méthylamidoisovalérique et ses dérivés (Id.), XI, 318. — De la séparation des éthylamines (DUVILLIER et BUISINE), XI, 89. — Sur la séparation des ammoniacques composées (Id.), XIII, 145, 189, 261, 318. — Synthèse de l'indigo par BAEYER (DUVILLIER et DUFLO), X, 321. — Du sucre réducteur dans les sucres bruts de betterave (GAYON), XIII, 158. — Recherches sur les eaux sulfureuses du Nord par LALOY (GOSSELET), V, 123. — Quelques traits de l'histoire du pétrole par FAREZ (Id.), VII, 238. — Phosphate de chaux (KOLB), VI, 257. — Le principe toxique des moules ou mytilotoxine (L. HN.), XVII, 400. — Deux appareils automatiques pour le lavage intermittent des précipités (DE MOLLINS), XI, 153. — Note sur un nouveau mode de génération de l'ammoniacque (Id.), XI, 158. — Recherches sur la Bergénite (MORELLE), XIV, 292. — Note sur la fabrication des carbonates de potasse et de soude par la transformation directe des chlorures correspondants, ainsi que du sulfate de soude par la triméthylamine (MULLER et ORTLIEB), XII, 268, 359. — Dosage du sucre au moyen des liqueurs titrées par VIOLETTE (ORTLIEB), I, 11. — Étude sur les variations de l'urée dans l'empoisonnement phosphorique (THIBAUT), XIII, 32.

## EMBRYOLOGIE.

Les premiers phénomènes du développement de l'œuf de *Philodina roseola* (BILLET), XV, 1, 69. — Les globules polaires chez les œufs d'insectes se développant sans fécondation (BLOCHMANN), XX, 93. — L'origine ancestrale et le développement embryonnaire du canal intestinal et de ses annexes, d'après nos dernières connaissances (DEBIERRE), XVIII, 441. — L'œuf et les débuts de l'évolution (GIARD), VIII, 252. — Note sur la fécondation partielle (Id.), XIX, 486. — Sur la signification des globules polaires (Id.), XX, 95. — Note sur le développement des Turbellariés (HALLEZ), X, 193. — Considérations au sujet de la segmentation des œufs (Id.), X, 227. — Considérations sur la détermination des plans de segmentation dans l'embryogénie de *Leptoplana tremellaris* (Id.), X, 264. — Sur la spermatogénèse et sur les phénomènes de fécondation chez *Ascaris megalocephala* CLOCQ, (Id.), XV, 132. — Sur le développement des Nématodes (Id.), XVI, 204, 313. — Orientation de l'embryon et formation du cocon chez *Periplaneta orientalis* (Id.), XVI, 245. — La fécondation et le développement de l'*Hermella alveolata*, M. E. (HORST), XIII, 1. — Embryogénie de la Ligule (*Ligula simplicissima*) (MONIEZ), XII, 112. — Les feuilletts blastodermiques des Planaires (SELENKA), XIII, 165. — Note sur la fécondation partielle (WEISSMANN et ISCHIKAWA), XIX, 225, 483.

## ENSEIGNEMENT.

Faculté des Sciences de Lille, V, 81; IX, 42; X, 70, 98; XII, 64, 71; XIV, 57; XVI, 30; XVII, 110; XVIII, 68. — Doctorat ès-sciences, VIII, 145; TRANNIN, IX, 81; P. HALLEZ, XI, 325; E. DUVILLIER, XII, 11; A. BUISINE, XVIII, 158; LIGNIER, XVIII, 535. — Faculté de Médecine de Lille, X, 188, 248, 271, 273; XI, 45, 135; XIII, 19; XIV, 37; XVII, 156. — Collège de Sedan, création d'une chaire d'histoire naturelle et de géographie agricole, commerciale et industrielle, XI, 14. — Rentrée des Facultés de l'Etat, XI, 30. — L'instruction primaire dans le département du Nord, XV, 152. — Rapport sur les conséquences de la centralisation actuelle des cours d'agrégation (ARNOULD), XIV, 81, 110. — Visite aux établissements d'en-



## Enseignement (suite).

seignement supérieur de Pise (BRÉBANT), XV, 92. — La chirurgie à la Faculté de Médecine de Vienne (COYNE), XIII, 391; XIV, 16, 119, 151, 203. — Compte-Rendu des Travaux de la Faculté des Lettres de Douai (1868-69) (DESJARDINS), I, 369. — Discours sur l'Université, par FLEURY (DESPLANQUE), I, 34. — Conférences et cours publics (Id.), I, 71, 108, 132. — A Nancy... .. comme ailleurs. (ENGEL), XII, 94. — L'instruction publique en Belgique (FLAMMARION), XIII, 128. — Laboratoire de zoologie maritime de Wimereux (GIARD), VI, 165. — Rapport de WURTZ sur les Facultés de médecine en Allemagne et en Autriche-Hongrie (Id.), XI, 61. — La question de l'appel aux cours des Facultés (Id.), XI, 206. — La question de la Faculté de Médecine (Id.), XIV, 121. — Le Laboratoire du Portel, les grandes et les petites stations maritimes (Id.), XX, 298. — Rapport sur la question de l'agrégation rédigé au nom de la Faculté de Montpellier (GRASSET), XIV, 146. — La question de l'agrégation (H. L., LESCŒUR), XIV, 34. — L'enseignement technique et les écoles professionnelles à Roubaix (MOREAU), XIII, 177. — La station marine d'Edimbourg (P. J. VAN BENEDEN et RENARD), XV, 244. — Une visite à la station zoologique et à l'aquarium de Naples (VAN DEN BROEK), XIV, 240. — Le rapport de M. WURTZ et le centre universitaire Lillois (VERLY), X, 313. — Rapport sur les Facultés de médecine en Allemagne et en Autriche-Hongrie (WURTZ), X, 366; XI, 61.

## GÉOLOGIE.

Analyse comparative des calcaires du département du Nord, III, 70. — La Belgique agricole dans ses rapports avec la Belgique minérale, par MALAISE, IV, 10. — Puits de Macou, près Vieux-Condé (CH. BARROIS), VI, 81. — Terrains traversés par la fosse *Ste-Pauline*, à Eleu-dit-Lauvette (Id.), VI, 288. — Les fosses de nos forêts (BÉCOURT), VIII, 121. — Précis de pétrographie, traduit de l'allemand par FORIR, (C. W.), XVIII, 359. — Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers, par VAN DEN BROEK (DOLLFUSS), X, 304. — Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par les eaux météoriques, par VAN DEN BROEK

### Géologie (suite).

(Id.), XIII, 104. — Géologie de la Belgique, par MOURLON (Id.), X, 230.—Sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique (DUPONT), XIV, 1. — La chronologie géologique (Id.), XVI, I, 69. — Affaissement de la côte de Dunkerque (GASPART), V, 211.—Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines, (GOSSELET), III, 13, 57, 77, 107, 133, 153, 210, 225, 291, 316; IV, 8, 48, 66, 85, 101, 124, 152: V, 4, 28, 75, 93, 96, 118, 137, 181, 217; VI, 5, 25, 73, 97, 156, 193, 241; VII, 1, 36, 51, 91, 138, 171, 189; VIII, 7, 30, 63.—Découverte de la meule aux environs de Valenciennes, (Id.), I, 18.—Analyses d'ardoises (Id.), I, 85. — Le caillou-qui-bique (Id.), I, 183.—Tranchées de chemin de fer aux environs d'Anor et d'Origny (Id.), I, 189. — Craie des environs de Saint-Omer, (Id.), I, 267. — Cours de géologie de la Faculté des Sciences de Lille, I, 392; II, 18, 50, 116. 152.—Failles et puits naturels dans le terrain houiller (Id.), II, 292 —Terrain silurien du Boulonnais, (I), II, 359.—Coupe dans la craie à Carvin, (Id.), II, 390.—Une falaise crétacée entre Tourcoing et Roubaix, (Id.), III, 30. — Calcaire carbonifère du Hainaut, (Id.), IV, 190. — Topographie ancienne de la Flandre, (Id.), V, 147. — Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes, par DORMOY, (Id.), I, 236. — Les fosses de nos forêts, par COCHET, (Id.) II, 165. — Notice sur les terrains tertiaires de Belgique, par DE KÆNEN, (Id.), II, 288.—Observations sur le Jurassique supérieur du Boulonnais, par PELLAT, (Id.), II, 336.—Division de la craie blanche du Hainaut en quatre assises, par CORNET et BRIART, (Id.), II, 379. — Etude géologique des collines tertiaires du département du Nord, par ORTLIEB et CHELLONEIX, (Id.), III, 46.—Analyse comparative des calcaires du département du Nord, par SAVOYE, (Id.), III, 70. — Etude sur le *Sinus Itius*, par DE LA ROÏÈRE, (Id.), III, 233.—Etude géologique du terrain houiller au sud de la concession de Bourges, par L. BRETON, (Id.), IV, 47. — Relief du sol de la Belgique, par DUPONT, (Id.), V, 171. — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines, par GOSSELET, 2<sup>e</sup> Edition, (SIX). XII, 348.—Mémoire sur les terrains crétacés et tertiaires, par DUMONT, (Id.). XIV, 314. — Nouvelles géologiques (Id.), XVI, 184. — La théorie nouvelle de la formation de la Houille par BRETON, (Id.), XVI, 340, 372.

**HISTOLOGIE** (voir **ANATOMIE**).

**HISTOIRE.**

Histoire de la ville de Peruwelz, par PETIT, IV, 41. — Chapitres de l'histoire de Lille, par HOUDOY, IV, 114. — Notice descriptive des Mèrèaux trouvés à Théroutanne et que l'on peut attribuer à cette ville, IV, 118. — Histoire généalogique de la famille DE TENREMONDE (1268-1864), par DE TERNAS et FREMAUX, IV, 178. — Le Trouvère ADAM DE LA HALLE, IV, 181. — Histoire de l'Académie d'Arras, par VAN DRIVAL, IV, 192. — Tapisseries flamandes du XVI<sup>e</sup> siècle représentant la conquête de Tunis par CHARLES-QUINT, V, 31. — Les Archives départementales du Nord pendant la Révolution, par DEHAISNES, V, 157. — Bulletin de la Commission historique du département du Nord, V, 199. — Les Ancêtres des Lillois, par RIGAU, VI, 246. — Histoire de Lille, par VAN HENDE, VIII, 62. — Histoire du costume en France, par HYMANS, VIII, 78, 122, 155. — Conseil des troubles ou Conseil de Sang, par LOUISE, VIII, 202. — Lettres royaux et lettres missives inédites, par CASATI, IX, 125. — Des illusions et impostures des diables, des magiciens infâmes, sorcières et empoisonneurs, des ensorcelés et démoniaques et de la guérison d'iceux : item de la punition que méritent les magiciens, les empoisonneurs et les sorcières, le tout compris en six livres, par JEAN WIER (réédité par BOURNEVILLE), XVI, 197. — Les Francs des Cinq-Offices des Feux à Valenciennes (CAFFIAUX), I, 352. — Le Valmuse et les Rosati (CHON), II, 88. — Mémoire sur la politique extérieure de LOUIS XI et sur ses rapports avec l'Italie, par DESJARDINS (Id.), II, 179. — Mémoire sur la Ligue dans le Laonnais, par RICHART (Id.), III, 92. — Le Hoop (DE COUSSEMAKER), V, 113, 144, 185. — Notice sur un manuscrit de la bibliothèque publique de Douai (DEHAISNES), III, 52, 149, 248. — Documents historiques de la Flandre maritime, recueillis et publiés par DE COUSSEMAKER (Id.), III, 116. — Les tapisseries de haute-lisse, histoire de la fabrication lilloise du XIV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, par HONDOY (Id.), III, 274. — Esquisse historique du département du Nord avant 1789 (Id.), IV, 4, 24, 43, 91, 121, 141. — Chapitres de l'histoire de Lille, par J. HOUDOY (Id.), IV, 114, 133, 174. — La sainte et noble famille de Lille (Id.), IV, 227. —

## Histoire (suite).

Les commanderies du Temple et de l'ordre de Malte dans l'Artois, la Flandre wallonne et le Hainaut français (Id.), V, 1, 21, 41, 65. — La ville franche et la Prévôté d'Haspres (Id.), V, 44, 69. — Les savants GODEFROY (Id.), V, 72. — Le Cartulaire de l'abbaye de Flines (Id.), V, 161. — Les Archives départementales du Nord pendant la Révolution (Id.), V, 157, 186, 223; VI, 1, 32. — La Commission royale d'histoire de la Belgique (Id.), V, 203. — CHARLES IX, deux années de règne (Id.), V, 246; VI, 13, 41. — Les Châtelains de Lille, VI, 110, 197. — Commission historique du département du Nord, Bousbecques (Id.), VIII, 186. — Monuments historiques du département du Nord (Id.), IX, 84, 105, 128, 169. — Histoire du château et de la châellenie de Douai (Id.), IX, 185. — Découverte d'un méreau de ROBERT DE CROY, évêque de Cambrai au XVI<sup>e</sup> siècle (DELATTRE), I, 149. — Histoire de la céramique lilloise, par HOUDOY (DESCAMPS), I, 345. — Un intendant du Hainaut sous LOUIS XVI, par LEGRAND (DESPANQUE), I, 14. — Don JUAN d'Autriche, par GACHARD (Id.), I, 104. — Précis de l'histoire de Lannoy, par LEURIDAN (Id.), I, 141. — Notice historique sur Dunkerque, par LEBLEU (Id.), I, 143. — Recherches historiques sur la Puisaye, St-Fargeau, Toucy-en-Auxerrois et leurs seigneurs de la maison de BAR, aux XIII<sup>e</sup>, XIV<sup>e</sup>, XV<sup>e</sup> siècles, par DE SMYTTÈRE (Id.), I, 145. — L'abbaye de Clairmarais, par DE LA PLANE (Id.), I, 264. — Mémoires historiques sur l'arrondissement de Valenciennes (Id.), I, 285. — Restauration de la chambre échevinale d'Ypres (Id.), I, 408. — Concordat cambrésien de 1446, par DANCOISNE (Id.), II, 24. — Un médecin hénuyer au XV<sup>e</sup> siècle (Id.), II, 32. — La halle échevinale de la ville de Lille, par HOUDOY (Id.), II, 155. — Histoire de l'ancienne confrérie d'amateurs de fleurs établie aux Récollets anglais à Douai sous le vocable de Sainte-DOROTHÉE, par A. DE TERNAS (Id.), II, 226. — Les bibliophiles picards, par POUY (Id.), II, 239. — Le crucifix blasphémateur du palatin, par KRAUS, traduit par DE LINAS (Id.), II, 244. — L'emplacement de Quentovic (Id.), II, 247. — Hagiographie du diocèse, d'Amiens, par CORBLET (Id.), II, 280. — Trois chevaliers d'Hesdin au XI<sup>e</sup> siècle (Id.), II, 311. — Le baillage d'Aire au XIV<sup>e</sup> siècle (Id.) II, 344; III, 105. — Le monastère de Steneland, par COUSIN (Id.), II, 7. — Troubles religieux du Cateau-Cambrésis, III, 22, 49, 97, 159,



## Histoire (suite).

187, 205, 280. — Les Châtelains de Douai au XI<sup>e</sup> siècle (Id.), III, 18, 61, 81. — Réorganisation de l'Hôpital de St-Omer, dit de St-Louis, ou du cheval d'or, ou brûlé (FOURDIN), II, 246. — La dynastie marcomirienne (GOSSELET), VI, 99. — La joyeuse entrée d'ALBERT et d'ISABELLE à Valenciennes (20 fév. 1600), par LOUISE (Id.), IX, 182. — Mémoire sur les intendants de la Flandre et du Hainaut français sous LOUIS XIV, publié par DESPLANQUE (GRIMBERT), I, 340. — Les corps de métiers et le commerce de Cambrai du XII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, par WILBERT, quelques documents pour servir à l'histoire de l'industrie à Lille, par DERODE (LECOCQ), I, 176. — Histoire des États de Lille, par DE MELUN (Id.), II, 119, 199. — La chronique du Hainaut, par GILBERT DE MONS (L. H.), VIII, 125. — Histoire des rapports de droit public qui existèrent entre les provinces belges et l'empire d'Allemagne depuis le dénombrement de la monarchie carlovingienne jusqu'à l'incorporation de la Belgique à la République française, par BORCHGRAVE (LEROY), III, 184. — Notice sur Noyelles-sur-Selle et ses Barons, par DESILVE (LEURIDAN), II, 124. — Bavai et la contrée qui l'environne, par DELHAYE (Id.), II, 182. — La magistrature tournaisienne, par VANDENBRËECK (Id.), II, 237. — Le droit de Senne dans la Châtellenie de Lille (Id.), III, 130. — Le *pagus leticus* (Id.), IV, 221. — Châtellenie de Lille (Id.), V, 89. — Une vieille généalogie de la maison DE WAVRIN, par BRASSART (Id.), IX, 295. — ROBERT DE CASSEL, par CARLIER (PAËILE), III, 43. — Exposé de la législation coutumière de l'Artois, par LECESNE (PARIS), II, 85. — Notice sur les monuments épigraphiques de Bavai et du musée de Douai (RIGAUX), VI, 51, 83. — Orfèvrerie du XV<sup>e</sup> siècle (Id.), VI, 192. — Epi de faitage en plomb du XV<sup>e</sup> siècle (Id.), VII, 115. — Géographie historique de la Belgique, par PIOT (Id.), VII, 140. — Défense du territoire de la Gaule au V<sup>e</sup> siècle (Id.), VII, 221. — Étude sur les forestiers et l'établissement du comté héréditaire de Flandre, par BERTIN (Id.), VIII, 240. — Armures des hommes du Nord, casques de Falaise et d'Amfreville-sous-les-Monts, par DE LINAS (VAN HENDE), I, 265. — Ornement de bronze conservé à St-Omer, par DE LINAS (Id.), I, 404.

## INDUSTRIE.

Histoire de l'industrie sucrière du Nord (DROUYN DE LIIUYS), X, 25. — Sur un procédé pour extraire entièrement le sucre cristallisable des mélasses, par GAYON (GIARD), X, 260. — Recherches sur l'emploi agricole des résidus de quelques usines (GOSSELET), II, 84. — Rapport sur la situation de l'industrie minérale du Pas-de-Calais, par COINCE (Id.), II, 181. — Notice sur l'emploi régulier de la contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains, par RICOUR (GUIRAUDET), I, 380. — Cours de tissage, par GAND (Id.), I, 404. — Mémoire sur l'industrie du lin, par MARTIN (LECOCQ), III, 242.

## LINGUISTIQUE.

Théorie élémentaire des verbes grecs, par LOUISE (DESCAMPS), I, 308. — Collection complète des Inscriptions numidiques, par FAIDHERBE (GOSSELET), II, 240. — Langue française (Id.), II, 134. — De l'origine du langage d'après la Bible, par DE BACKER (LECOCQ), II, 222.

## LITTÉRATURE et BEAUX-ARTS.

Les chants du soir, par MANSO, I, 210. — Documents de critique expérimentale : l'Art représentatif en 1886 (P. BONNIER), XVII, 285. — Chants et chansons populaires du Cambrésis, par DURIEUX et BRUYELLE (CHON), I, 401. — La chanson de GILLES DINDIN, par le Bibliophile artésien (Id.), III, 204. — Leçon d'ouverture du cours d'anatomie artistique aux Écoles académiques de Lille (COLAS), XIV, 401. — L'exposition d'objets d'art religieux (DEHAISNES), VI, 121, 145. — Nouvelles de la littérature et des arts (DESPLANQUE), I, 87. — Le château des diables ou les souterrains du Caillou-qui-bique, par TASSIN (Id.), I, 181. — Le pèlerinage de CHILDE HAROLD, traduit par ALARD (Id.), I, 306. — Catalogue d'objets d'art composant le Musée de Cambrai, par BERGER et BRUYELLE (Id.), I, 313. — Chanson de MADGOULET (DURIEUX), II, 99. — Souv'nirs d'un homme d' Douai, par DECHRISTÉ (Id.), II, 286.

## MÉDECINE et CHIRURGIE.

Simulation de l'amaurose et de l'amblyopie : principaux moyens de la dévoiler (BAUDRY), XIV, 257. — Traité des maladies de l'oreille, par le D<sup>r</sup> V. UNBANTSCHITSCH (CATRIN), XIII, 401. — De la blépharoptose d'origine cérébrale, par H. SURMONT (DUTHIEL), XVII, 391. — De la transmission de la fièvre jaune par les moustiques (FINLAY), XVIII, 467. — La toile d'araignée dans la fièvre intermittente (DG), XVI, 376. — De l'anémie des mineurs, dite d'Anzin, par MANOUVRIEZ (GIARD), X, 87. — Recherches sur l'histoire de la Médecine, par BORDEU (Id.), XIV, 32. — Pathogénie des Hydropisies (KELSCH), XII, 225, 333. — Dermite professionnelle spéciale (Eczéma des fileurs ou varouleurs de lin) (LELOIR), XVII, 178. — Des accidents causés par les Ascarides et d'un danger possible dans l'emploi de la santonine (MONIEZ), XI, 305. — Nouveaux éléments d'hygiène, par ARNOULD (Id.), XIV, 110. — Considérations sur le traitement des hémorrhagies de la paume de la main, immobilisation par la gouttière moulée et fenêtrée (PAQUET), XI, 169, 241. — Leçons sur l'Orthopédie (Id.), XII, 97, 201, 424; XIII, 120, 152. — Nouveau procédé de recherches des Trichines dans la viande (RANSON), XVI, 218.

## MÉTÉOROLOGIE.

Organisation et travaux de la Commission météorologique du Nord, Bulletin météorologique (B.C.D.), XV, 55. — L'observatoire météorologique du Pic du Midi (GIARD), X, 100. — Aurore boréale (GOSSELET), IV, 22. — Météorologie de décembre 1868 à novembre 1869 (MEUREIN), I, 21, 53, 86, 118, 148, 191, 215, 247, 279, 316, 364, 406; — de décembre 1869 à novembre 1870 (Id.), II, 39, 71, 101, 135, 167, 198, 231, 263, 294, 327, 258, 390; — de décembre 1870 à novembre 1871 (Id.), III, 30, 64, 86, 111, 142, 174, 199, 222, 266, 301, 327; — de décembre 1871 à novembre 1872 (Id.), IV, 18, 21, 38, 60, 79, 97, 120, 139, 179, 217, 238; — de décembre 1872 à octobre 1873 (Id.), V, 17, 39, 60, 87, 107, 133, 179, 210, 262; — de novembre 1873 à décembre 1874 (Id.), VI, 20, 66, 95, 117, 142, 190, 281; — de janvier à novembre 1875 (Id.), VII, 110, 157, 187, 249; — de décembre 1875 à décembre 1876 (Id.), VIII, 21, 47, 68, 96, 115,

### MÉTÉOROLOGIE (suite).

149, 167, 206, 243, 271 ; — de janvier à décembre 1877 (Id.), IX, 30, 55, 79, 103, 126, 164, 201, 249, 302 ; — de janvier à décembre 1878 (Id.), X, 22, 66, 102, 134, 158, 190, 244, 279, 318, 350 ; — de janvier à novembre 1879 (Id.), XI, 45, 86, 135, 166, 215, 262, 348, 350, 391, 420 ; — de décembre 1879 à décembre 1880 (Id.), XII, 38, 91, 140, 186, 218, 445, 487 ; — de janvier à décembre 1881 (Id.), XIII, 30, 78, 109, 140, 175, 239, 303, 355, 406 ; — de janvier à décembre 1882 (Id.), XIV, 39, 87, 126, 163, 209, 255, 317, 397, 477 ; — de janvier et février 1883 (Id.), XV, 60. — *Traité élémentaire de météorologie*, par HOUZEAU et LANCASTER (VINCENT), XII, 410.

### NÉCROLOGIE.

A. DESPLANQUE, III, 33. — QUETELET, VI, 62. — E. SERRET, VI, 113. — WILBERT, VIII, 244. — D<sup>r</sup> DUCATTE, XIII, 352. — Discours prononcé sur la tombe de KUHLMANN (GOSSELET), XIII, 73. — ALFRED TERQUEM (MASCART), XVIII, 548. — Le D<sup>r</sup> PUEL (THÉVENIN), XIV, 393.

### NUMISMATIQUE.

Note sur une médaille romaine trouvée dans la tourbe à Aire, Pas-de-Calais (DEBRAY), IX, 65. — De la monnaie dans le département du Nord (VAN HENDE), I, 44, 184; III, 84. — Essai sur l'atelier monétaire de Valenciennes et sur le monogramme de la monnaie des comtes du Hainaut, par CELLIER (Id.), I, 145. — Essai sur la numismatique de l'abbaye de St-Waast, par DANCOISNE (Id.), I, 146. — Découverte d'un trésor gaulois (Id.), I, 405. — Médaille égyptienne (Id.), II, 132. — Découverte de monnaies (Id.), II, 167; III, 302. — Le jeton considéré comme instrument de calcul (Id.), V, 251.

### PALEONTOLOGIE.

Faune du terrain crétacé du Nord de la France (CH. BARROIS), VI, 39. — Catalogue des poissons fossiles du terrain crétacé du Nord



### Paléontologie (suite).

de la France (Id.) VI, 101, 130. — Les Reptiles du terrain crétacé du N.-E. du bassin de Paris (Id.), VII, 73. — Description de quelques espèces nouvelles de la craie de l'est du bassin de Paris (CH. BARROIS et J. DE GUERNE), X, 94. — *Grilletia sphaerospermii*, chytridiacée fossile du terrain houiller supérieur (BERTRAND et RENAULT), XVI, 178. — Note rectificative sur quelques diptères tertiaires et en particulier sur un diptère des marnes tertiaires (miocène inférieur) de Chadrat (Auvergne) le *Protomyia Oustaleti* qui devra s'appeler *Plevia Oustaleti* (BRONGNIART), X, 73. — Notes paléontologiques sur un gigantesque neurorthoptère des terrains houilliers de Commeny, sur la découverte d'une empreinte d'insecte sur les grès siluriens de Jurques (Id.), XVI, 144. — Notice sur un crustacé de la craie brune des environs de Mons par PELSENEER (CANU), XVI, 361. — Ours fossile à Beuvry (CHELLONEIX), V, 181. — Sur la structure de la tête de l'*Archeopteryx* (DAMES), XIV, 289. — Les oiseaux dentés du Far-West et l'*Archeopteryx* (DOLLO), XIII, 289. — Note sur la présence chez les oiseaux du « troisième trochanter » des Dinosauriens et sur la fonction de celui-ci (Id.), XV, 47. — Notes paléontologiques : un scorpion silurien ; la *Nebalia* et ses parents paléozoïques ; les Ichthyosaures (Id.), XVI, 109. — Sur le crâne des Mosasauriens (Id.), XIX, 1. — Sur la signification du *Trochanter pendant* chez les Dinosauriens (Id.), XIX, 215. — Sur la découverte d'un Mosasaurien gigantesque dans le Hainaut (DUPONT), XVI, 177. — Un papillon dans la houille, par PREUDHOMME DE BORRE (GIARD), VII, 121. — Études sur les Foraminifères de la Barbade, par VAN DEN BROEK (Id.), IX, 27. — Les Coléoptères fossiles d'Auvergne, par OUSTALET (Id.), X, 56, 104, 109. — Sur le *Pleuracanthus Gaudryi* de BRONGNIART (Id.), XX, 193. — Le prétendu homme fossile de Villers-Plouich (GOSSELET), II, 68. — Mammouth à Blandecques (Id.), II, 72. — Description des fossiles du calcaire grossier de Mons, par CORNET et BRIART (Id.), III, 11. — Sur les poissons tertiaires de Belgique, par LEHON (Id.), III, 48. — Note sur les localités fossilifères de l'Ardenne, par FIRKEL (Id.), III, 94. — Le terrain houiller du Nord de la France et ses végétaux fossiles, par BOULAY (Id.), IX, 195. — Découverte d'ossements d'*Ignanodon* à Bernissart, par DUPONT (Id.), XI, 105. — Crustacés et tortue fossiles de Lezennes

### Paléontologie (suite).

(Id.), I, 361. — Recherches sur les oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, par LEMOINE (de GUERNE), XII, 23. — L'appareil sternal d'IGNANODON (PELSENEER), XVI, 347. — Analyse de deux travaux récents de SCUDDER et CH. BRONGNIART sur les articulés fossiles (PREUDHOMME DE BORRE), XV, 40. — Les Dinosauriens (SEELEY), XIV, 233. — Note sur le gîte fossilifère de Folz-les-Canes (THIELENS), I, 83. — Paléontologie de l'Amérique du Nord (WIEDERSHEIM), XIV, 41.

### PHYSIOLOGIE.

L'orientation auditive (P. BONNIER), XVI, 11. — Le système grand sympathique (DASTRE et MORAT), XII, 256. — Sur la connaissance du rôle physiologique de la chlorophylle dans ce règne animal (GRAFF), XVI, 77. — Sur le rôle phagocytaire des cellules géantes du tubercule (METSCHNIKOFF), XX, 161. — Le lapin est-il un animal ruminant ? (MONIEZ), X, 169. — Sur l'existence des nerfs vaso-dilatateurs dans les racines du sciatique (MORAT), X, 160.

### PHYSIQUE.

Méthode aréométrique pour la détermination de la richesse alcoolique des vins sans distillation, Vinodensimètre (BOURIEZ), XVII, 417. — Sur les diverses constantes de réfraction (DAMIEN), XV, 65. — Première conférence pour la licence ès-sciences physiques, Faculté de Lille (Id.), XV, 121. — Comparaison des divers polarimètres (Id.), XV, 221. — Sur un nouveau polarimètre (Id.), XVI, 169. — Sur un nouveau galvanomètre de ROSENTHAL (Id.), XVIII, 133. — Recherches sur le pouvoir réfringent des liquides, par DAMIEN (GOSART), XIII, 378. — L'existence de la glace à la température élevée, par CARNELLEY (ORTLIEB), XII, 441. — Sur les décharges disruptives à travers les corps solides et liquides (TERQUEM et DAMIEN) XVII, 18.

## SOCIÉTÉS SAVANTES.

Académie d'Amiens, IV, 103 ; VII, 16 ; VIII, 141, 161 ; X, 174. — Académie d'Arras, I, 160 ; II, 263 ; VII, 241 ; VIII, 230. — Académie française, IV, 203. — Académie d'archéologie de Belgique, I, 197. — Académie des sciences de la Somme, I, 57 ; II, 265. — Académie royale de Belgique, I, 43, 68, 75, 98, 103, 227, 231, 297 ; II, 41, 57, 114, 201, 204, 297 ; III, 39, 145, 227 ; IV, 29, 104, 131, 212 ; V, 54 ; VII, 106, 145 ; VIII, 37, 86, 216, 260 ; IX, 97, 114 ; XV, 216 ; XVI, 163. — Association française pour l'avancement des sciences, VI, 279 ; VII, 21, 52, IX, 72 ; X, 229, 269, 310 ; XI, 23, 51 ; XII, 255 ; XVII, 167, 232, 347. — Association géologique de Londres, X, 137. — Cercle archéologique de Mons, I, 29 ; II, 331 ; IV, 35. — Comité des antiquités départementales du Pas-de-Calais, I, 387. — Commission départementale des monuments historiques du Pas-de-Calais, III, 203 ; VI, 15, 141 ; VIII, 15, 231. — Commission historique du département du Nord, I, 331 ; II, 41, 213 ; IV, 14. — Comité flamand de France, IV, 52. — Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, IV, 164, 205, 234. — Fédération des Sociétés scientifiques de Belgique (Congrès de 1876), VIII, 195. — Réunion des délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne, I, 70, 110 ; II, 149 ; VI, 87. — Société académique de Boulogne-sur-Mer, I, 25 ; II, 75 ; VIII, 89, 111 ; IX, 229. — Société académique de Laon, I, 127 ; II, 268 ; V, 8 ; VI, 266 ; IX, 20. — Société académique de St Quentin, I, 329 ; II, 81 ; III, 311 ; V, 130 ; VII, 39 ; VIII, 34, 178. — Société d'agriculture, des sciences et d'art de Douai, I, 376, 383 ; II, 1 ; IV, 69 ; VIII, 13 ; IX, 47. — Société d'agriculture de Valenciennes, I, 281, III, 177 ; VII, 143. — Société des antiquaires de la Morinie, I, 249 ; II, 361 ; IV, 162. — Société des antiquaires de Picardie, I, 217 ; II, 111 ; III, 201. — Société archéologique de l'arrondissement d'Avesnes, III, 180. — Société centrale d'agriculture du Pas-de-Calais, VIII, 232. — Société archéologique de Vervins, V, 176. — Société d'émulation de Cambrai, I, 89, 261 ; II, 144, 174, 301 ; V, 53 ; V, 220 ; VIII, 182 ; VII, 228. — Société d'émulation d'Abbeville, VI, 92. — Société d'émulation de Roubaix, II, 169. — Société d'enseignement mutuel des travailleurs de Roubaix, II, 211. — Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, I, 121, 226 ; II, 135, 137 ; III, 308 ; VII, 101, VIII, 234 ;

### Sociétés savantes (suite).

IX, 236. — Société entomologique de Belgique, III, 89 ; IV, 94 ; VI, 163 ; VII, 59 ; VIII, 19, 65. — Société de géographie du Nord de la France, XII, 142. — Société géologique de France, VI, 230 ; XII, 310. — Société géologique du Nord, III, 225 ; IV, 159 ; V, 34, 259 ; VIII, 129 ; X, 17, 153 ; XI, 210, 291 ; XII, 294, 304 ; XIII, 277. — Société historique et littéraire de Tournai, II, 233. — Société historique, archéologique et littéraire de la ville d'Ypres et de l'ancienne West-Flandre, II, 105. — Société d'histoire naturelle de Reims, X, 62, 326. — Société linnéenne du Nord de la France, V, 112. — Société littéraire de l'Université de Louvain, I, 396. — Société malacologique de Belgique, IV, 108 ; IX, 239 ; X, 346 ; XII, 482. — Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut, II, 77, 329. — Société des sciences de Lille. I, 3, 6, 94, 153, 193, 256 ; II, 12, 177, 209 ; III, 1, 113, 269 ; VI, 25, 51, 76, 110, 129 ; V, 12, 253 ; VI, 19, 89, 137, 275 ; VII, 46, 104, 186, 243 ; VIII, 258 ; IX, 75, 121, 152, 240 ; XI, 56 ; XII, 215 ; XIII, 339 ; XVII, 49, 210.

### TECHNIQUE MICROSCOPIQUE.

Le carmin microboraté (DUTILLEUL), XVI, 371. — Manuel de technique microscopique de FRANCOTTE (Id.), XVII, 250. — Sur l'emploi de l'encre de Chine en microscopie (ERRERA), XV, 240. — Microtomes, méthodes d'inclusion et sériation des coupes (FRANCOTTE), XV, 137. — Tableaux synoptiques représentant les principales manipulations dans les laboratoires d'histologie et d'anatomie comparée (Id.), XVI, 332. — Procédés techniques usités à la station zoologique de Naples en 1883 (GRAVIS), XV, 183. — Conservation des Annélides (MAC INTOSH), XI, 47. — Sur les applications de l'acide osmique concentré à l'étude des cellules osseuses (TOURNEUX), XIII, 113.

### TÉRATOLOGIE.

Note sur un cheval cornu observé à Lille (CHARLES), VII, 135. — Études tératologiques sur la polydactylie, par DELPLANQUE (DARESTE



### Tératologie (suite).

DE LA CHAVANNE), I, 379. — Brachydactylie et mégalodactylie (DELPLANQUE), X, 118. — Chèvre hétéradelphe (GIARD), V, 111. — Chat aux yeux discolores (Id.), V, 212. — Variété sénestre de l'*Helix nemoralis* (Id.), VI, 285. — Études tératologiques, par DELPLANQUE (Id.), VII, 209. — De l'utilité des collections de tératologie (GOSSELIN), X, 41. — Monstruosité scalaire de l'*Helix aspersa* (DE GUERNE), XII, 459. — Deux observations de malformations congénitales du membre thoracique : brachydactylie et heptadactylie (MANOUVRIEZ), X, 210. — Sur un cas remarquable de polydactylie (MONIEZ), X, 165. — Observations tératologiques sur les Tœnias (Id.), X, 199. — Description d'un monstre paracéphale, considérations générales sur l'acéphalie (WERTHEIMER), XII, 321.

### VARIA.

*Patria belgica*, V, 127, 191, 194, 222 ; VI, 45, 161, 235 ; VII, 67. — Géographie du Nord, par JOANNE, V, 242. — La démographie du département du Nord, par BERTILLON, VI, 204. — Ethnologie belge, par VANDERKINDÈRE, VII, 89. — Notice sur les tramways de la Belgique, par RAILLARD, VII, 226. — La liberté morale et le déterminisme scientifique, par BOUSSINESQ, IX, 57. — Les voyageurs naturalistes du Nord, par PLATEAU, IX, 62. — Question des tours, par ISNARD, XI, 94. — Année scientifique et industrielle, 1885, par L. FIGUIER, XVIII, 214. — Musée d'archéologie et de céramique de Lille, I, 209. — Inauguration du musée BERTHOUD, à Douai, IV, 137. — L'hôtel des monnaies à Lille, V, 120. — Musée d'histoire naturelle de la ville de Lille, VII, 63, VIII, 82, X, 6. — Sur l'effeuillage de la betterave, VII, 165. — Un fleuve sous-marin dans la Manche, X, 19. — L'aquarium microscopique, X, 135. — Un nouveau journal scientifique lillois, X, 277. — M. le Doyen n'est pas venu ! XI, 83. — Le chancre et la sorcière, XII, 138. — Nouvelles de Belgique, XII, 221. — Ignorance ou mauvaise foi ? XII, 314. — Musée ethnographique de Lille (Musée MOILLET) (BACHY), I, 188. — Musée industriel de Lille (Id.), III, 223. — Le procédé glyptographique (J. BONNIER), XX, 553. — Musée archéologique de Douai

**Varia (suite).**

(DEHAISNES), I, 37, 185, II, 53. — Prix de mille francs décerné dans le ressort académique de Douai, Rapport (Id.), I, 321. — Mémoire sur les rivières et canaux de la ville de Lille, par PAEILE (DESPLANQUE), I, 40. — Musée et collection : don BERTHOUD, au musée de Douai, (Id.), I, 399 — Musée et collections (Id.), II, 21. — Préface du Bulletin (GOSSELET et DESPLANQUE), I, 1, — A nos lecteurs (Id.), I, 410. — Érection d'un calvaire sur le champ de bataille d'Azincourt (FROMENTIN), I, 278. — Les premiers voyages des Français dans l'Amérique du Nord (GAFFAREL), XVI, 378. — Conseils aux auteurs pour l'exécution des dessins relatifs aux travaux scientifiques (GEISSLER), XI, 189, 270, 341. — Le Nouveau livre du D<sup>r</sup> ISNARD (GIARD), XI, 168. — Étude sur la pisciculture d'A. LEFEBVRE (Id.), XVIII, 358. — Oraison funèbre d'un vivant (Id.), X, 66. — Une aimable rectification (Id.), X, 101. — Confession générale (Id.), X, 132. — Le rapport-prospectus de M. JEANNEL (Id.), X, 186. — De l'influence néfaste des prix de l'Académie (Id.), X, 214. — Caveant consules ! (Id.), X, 275. — *L'Avenir* n'existe plus que dans le passé (Id.), X, 317. — Une juste réparation (Id.), X, 349. — Le journal des Sciences médicales de Lille, grande féerie en une foule de tableaux (Id.), XI, 25. — Une singulière méprise (Id.), XI, 41. — Quelques mots à propos des clefs dichotomiques (Id.), XI, 64. — Entomologie lilloise (Id.), XI, 86, 134, 165. — Musée d'histoire naturelle de Lille (Id.), XII, 123, XIII, 96. — JEHAN, JEANNEL, J... hannetons (Id.), XI, 132. — Le portrait de RUFUS, d'après LAMETRIE (Id.), XI, 260. — La collection MACQUART (Id.), XI, 387. — Abonnement pour le purgatoire (Id.), XII, 144. — La botanique par supposition (Id.), XII, 224. — Les noms vulgaires de la Salamandre maculée (Id.), 254. — Deux mathématiciens valenciennois (Id.), XIII, 139. — Union des Étudiants de Lille (Id.), XIII, 359. — Le professeur MORREN (Id.), XVII, 155. — Paléontologie fantaisiste : un reptile en bois ! (Id.), XX, 143. — Rapports adressés au ministre de la marine et des colonies sur le repeuplement des eaux maritimes et la vulgarisation d'engins pour la pêche de la chevrette (GIARD et ROUSSIN), XX, 516. — Physique sociale de A. QUETELET (GOSSELET), I, 78. — Hydrologie du département des Ardennes (Id.), I, 352. — La photographie, par BLANQUART-ÉVRARD (Id.), II, 62, 82. — Étude sur

**Varia (suite).**

l'atrébatie, par TERNINCK (Id.), II, 276. — Note sur la copie des plans par les procédés photographiques par DU ROY DE BLICQUI (Id.), IX, 220. — Aux Abonnés (Id.), III, 305. — Cartes géographiques de France (Id.), VII, 97. — Carte du département du Nord au 40 millième, par RAILLARD (Id.), IX, 205. — Aux abonnés (Id.), 308. — Discours d'inauguration du Musée des antiques à Lille (Id.), XIII, 135. — Musée de Douai : Legs THIBESARD (DE GUERNE), X, 157. — Guidé du naturaliste (Id.), XI, 43. — Réponse à M. BOUVIER (Id.), XI, 79. — Bibliothèque municipale de Douai (Id.), XI, 168. — Nouvelles de Belgique (Id.), XII, 47, 93, 143. — *L'Hermès* (Id.), XII, 188. — Le monument de LOUIS VAN HOUTTE (Id.), XI, 418. — Réplique de M. BOUTAN (HALLER et PELSENEER), XIX, 514. — Rectification à propos de la thèse OSMAN GALEB (HALLEZ), XI, 251. — Pourquoi nous ressemblons à nos parents (Id.), XVII, 196, 236. — Manufactures de faïence et de porcelaine de l'arrondissement de Valenciennes, par LEJEAL (HOUDOY), I, 76. — Prix du blé, des objets de première nécessité et de la journée de travail, ses variations depuis un siècle à Lille, par SCRIVE (HOUZÉ de l'AULNOIT), III, 121. — Les noms vulgaires de la Salamandre maculée (JORISSENNE), XII, 312. — Lettre du seigneur CARONDELET (L.), III, 221. — Sur le prétendu cantonnement de quelques animaux nettoyeurs des plages (LÉPINE), XIX, 489. — Les distributions d'eau dans le Nord (MASQUELEZ), VI, 182, 214, 268. — La peine de mort à Lille de 1565 à 1574 (MATTON), II, 290. — La mort et l'individualité (MINOT), XVI, 57. — Études de Théodicée de TISSANDIER (MONTÉE), I, 300. — Le laboratoire de Wimereux et la station du Portel (P.), XIX, 320. — Galerie départementale du Nord (PAEILE), II, 59. — La langue médicale et la langue cléricale (PAJOT), XI, 212. — A quoi sert le microscope. (QUIDAM), XI, 217. — Aux abonnés (la RÉDACTION), X, 1. — Publications nouvelles : *Brebissonia* (Id.), XVII, 360. — Création d'un port en eau profonde à Boulogne (STÖCKLIN), XI, 310. — Quelques considérations sur les courants alternatifs dans le détroit du Pas-de-Calais (Id.), XI, 363. — Histoire des idées et des tendances de la Belgique, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours basée sur le principe d'hérédité (VANDERKINDÈRE), XII, 385.

## ZOOLOGIE.

**Généralités.** — Devons-nous admettre un accroissement du plasma par intersusception ? (BUTSCHLI), XX, 145. — Nouvelles zoologiques (DUTILLEUL), XIV, 382, XV, XVI, 42, 87, 181, 256, XVIII, 31. — Faune pélagique des lacs d'eau douce (FOREL), XIV, 305. — Classification du règne animal (GIARD), X, 2, 47, 203. — Les habitants d'une plage sablonneuse (Id.), X, 31; XVIII, 187. — Synopsis de la Faune marine de la France septentrionale (Id.), XVI, 293; XVII, 157; XVIII, 142. — La Castration parasitaire et son influence sur les caractères extérieurs du sexe mâle chez les crustacés décapodes (Id.), XVIII 1. — La Castration parasitaire (nouvelles recherches) (Id.), XIX, 12. — Le laboratoire de Wimereux en 1888 (recherches fauniques) (Id.) XIX, 492. — Leçon d'ouverture du cours d'évolution des êtres organisés (Id.), XX, 1. — Deux ennemis de l'ostréciculture (Id.), XIII, 70. — Le Gulf-Stream sur les côtes du Pas-de-Calais et de la Mer du Nord (Id.), XIX, 296. — Leçons d'histoire naturelle médicale données à l'Université catholique de Lille, par le D<sup>r</sup> GUERMONPREZ (Id.), X, 342. — Forms of animal life de ROLLESTON et JAKSON (Id.), XIX, 323. — Practical zoology de MARSHALL et HURST (Id.), XIX, 323. — Atlas d'anatomie comparée des invertébrés de VAYSSIÈRE (Id.), XX, 192. — Variation des formes spécifiques à travers les couches d'âges différents (DE GUERNE), XI, 103. — Cours d'histoire naturelle de la Faculté des sciences de Lille, par DARESTE (HALLEZ), I, 135, 165, 200. — Extrait d'un rapport sur les travaux de la section de Biologie *British association for Advancement of Science* (session de Manchester 1887), (JULIN), XIX, 243. — De la constitution du protoplasma (KUNSTLER), XIV, 196. — Pour DARWIN (F. MUELLER), XIV, 354, 418; XV, 10. — Renseignement sur la manière de récolter les microzoaires marins (ROBERTSON), XIII, 331. — Contribution à la connaissance de la faune du Pas-de-Calais et des parties voisines de la Mer du Nord et de la Manche (SAUVAGE), XX, 104.

**Protozoaires.** — Note sur le genre *Spirochona* STEIN (CANU), XVII, 21. — Sur un rhizopode nouveau, l'*Arcyothrix Balbianii* d'après HALLEZ (DUTILLEUL), XVI, 323. — Sur les infusoires du genre *Freyia* (GIARD), XV, 264. — Sur les genres *Folliculina* et



## Zoologie (suite).

*Pebrilla* (Id.), XIX, 310. — Les foraminifères vivants de la Belgique, par MILLER et VAN DEN BROECK (Id.), V, 163. — Recherches sur la morphologie des Flagellés (KUNSTLER), XX, 399. — Sur *Dumontia libera* (KUNSTLER et DE LUSTRAC), XX, 293.

**Cœlenterata.** — Les *Hydroïda* du Pas-de-Calais (BÉTENCOURT), XVIII, 66. — Les Hydraïres du Pas-de-Calais (Id.), XIX, 201. — Les récifs de corail, leur structure et leur distribution d'après DARWIN (COSSERAT), XI, 128, 257, 296. — Un nouveau type de transition *Ctenoplana Kowalewskii*, d'après KOROTNEFF (DUTILLEUL), XVII, 282. — *Cordylophora lacustris*, (GIARD). V, 214. — Observation sur une Physalie (*Physalia pelagica*), trouvée à Dunkerque par THÉRY (Id.), XVIII, 426. — Sur une Anthoméduse des côtes de la Manche *Rathkea octopunctata* (Id.), XIX, 317. — Un nouveau type de transition *Cœloplana Metschnikovii*, par KOWALEWSKY (Id.), XII, 251. — Méduses d'eau douce et d'eau saumâtre d'après quelques travaux récents (de GUERNE), XII, 417. — Note sur une Physalie trouvée à Dunkerque (THÉRY), XVIII, 423.

**Vermes.** — Embryogénie des Némertes (J. BARROIS), VII, 19. — Sur l'*Avenardia Priei*, némertien géant de la côte occidentale de France (GIARD), X, 233. — *Planaria viganensis* (Id.), XI, 216. — Sur l'organisation et la classification des *Orthonectida* (Id.), XI, 338. — Sur la présence en France du Schistocéphale (Id.), XVI, 287. — L'embryogénie des Némertes, par J. BARROIS (GOSSELET), IX, 253. — Contribution à l'histoire des Turbellariés (HALLEZ), X, 250. — Sur les cristalloïdes des *Mesostomum* (Id.), XI, 149. — Sur les espèces du genre *Vorticeros* de Wimereux (Id.), 187. — Sur l'embryogénie du *Dendrocaelum lacteum* (ISAO IJIMA), XV, 100. — Observation sur le développement des Orthonectidées (JULIN), XIII, 308. — Contribution de l'étude anatomique et embryogénique des Tœnias (MONIEZ), X, 220. — Sur les Cysticerques (Id.), X, 284. — Note préliminaire sur les Botriocéphaliens et sur un type nouveau du groupe des Cestodes, les *Leuckartia* (Id.), XI, 67. — Sur quelques points d'organisation du *Solenophorus megacephalus* (Id.), XI, 113.

## Zoologie (suite).

— Note sur le *Taenia Krabbei*, espèce nouvelle de *Taenia* armé (Id.), XI, 161. — Note sur deux espèces nouvelles de *Taenias* inermes, *J. Vogti* et *T. Benedeni* (Id.), XI, 163. — Note sur la métamorphose des Cestodes (Id.), XI, 223. — Note sur les Cysticerques (Id.), XI, 346. — Note sur l'histoire des Tétrarhynques (Id.), XI, 393. — Études sur les Cestodes (Id.), XII, 240. — Cestodes et Helminthologistes (Id.), XII, 281, 356, 407. — Note sur le *Taenia Barroisii* n. sp. et sur les vaisseaux de l'*Abothrium Gadli* (Id.), XII, 448. — Développement de *Borlasia vivipara* (SALENSKY), XIV, 462.

**Echinodermata.** — Particularités de reproduction de certains Echinodermes en rapport avec l'éthologie de ces animaux (GIARD), X, 296.

**Enteropneusta.** — Observations sur la place du *Balanoglossus* dans la classification (GIARD), XIII, 372. — Notes sur *Tornaria* et *Balanoglossus* (HALDEMAN), XVIII, 532. — De la position du *Balanoglossus* dans la classification (METSCHNIKOFF), XIII, 361.

**Gymnotoca.** — Note sur la présence du genre Chætoptère, à Groffliers (Pas-de-Calais), (TH. BARROIS), IX, 69. — Sur l'anatomie du pied des Lamellibranches, (Id.), XI, 1. — Note sur l'embryogénie de la moule commune, *Mytilus edulis*, (Id.), XI, 137. — Note sur les glandes du pied chez le *Pecten maximus*, (Id.), XI, 246. — Note sur les glandes à byssus chez *Arca tetragona*, (Id.), XI, 278. — Note sur les glandes à byssus chez *Saxicava rugosa*, (Id.), XI, 314. — Sur la structure de l'*Anomia ephippium*, (Id.), XI, 369. — Note sur les glandes du pied de la famille des *Tellinidæ*, (Id.), XII, 193. — Sur les mœurs et les premiers phénomènes du développement de l'œuf de *Philodina roseola*, (BILLET), XV, 1, 69. — Sur l'appareil reproducteur de la *Pontobdella muricata*, (DUTILLEUL), XVI, 349; XVII, 125. — Essai comparatif sur les organes copulateurs et leurs annexes dans les genres *Helix* et *Zonites*, (Id.), XVII, 397. — Sur la genèse de la cuticule dans le groupe des Hirudinées, (Id.), XVIII, 147. — Annélide commensale d'un corail (FEWKES),

Zoologie (suite).

XV. 111. — La castration parasitaire chez *Helix aspersa*, (GARNAULT), XX, 317. — Mollusques nouveaux des côtes du Boulonnais, (GIARD), V, 134. — *Helix cantiana*, (Id.), V, 180. — *Phoronis hippocrepia*, (Id.), X, 24. — Sur les *Wartelia*, genre nouveau d'annélides considérées à tort comme des embryons de Térébelles, (Id.), X, 122. — Sur quelques Polynoïdiens, (Id.), XVII, 1, 324. — Sur *Ophiodromus Herrmanni*, (GIARD), (Id.), XVII, 93. — Sur le développement de *Magelona papillicornis*, (Id.), XVII, 98. — Sur une nouvelle station de *Phreoryctes Menkeanus*, (Id.), XIV, 298, XX, 171. — Castration parasitaire probable chez les *Pterotrachea*, (Id.), XIX, 309. — Sur les espèces de *Sepiola* des côtes de France, (Id.), XX, 171. — Sur un mollusque nouveau, *Corambe batara*, des côtes de Hollande, par KERBERT, (Id.), XVII, 136. — L'embryogénie des Bryozoaires, par J. BARROIS, (GOSSELET), IX, 253. — *Lithoglyphus naticoides* (DE GUERNE), VIII, 269. — Antiquité du *Dreissena polymorpha*, (Id.), XII, 252. — Contribution à la morphologie des Amphineura (HUBRECHT), XIV, 213. — Révision de la collection conchyologique d'HÉCART, (LELIÈVRE), VI, 75; VIII, 86. — Sur quelques espèces intéressantes des genres *Arion* et *Limax*, (Id.), VII, 84. — Notes sur les genres *Limax* et *Arion*, (Id.), VII, 159. — Essai sur la distribution topographique des mollusques terrestres et fluviatiles du département du Nord, (Id.), VIII, 55, 73. — Clef dichotomique pour la détermination des genres de mollusques terrestres et fluviatiles du Nord de la France, (Id.), X, 81, 143, 178. — Recherches malacologiques à l'embouchure de la Somme, à Saint-Valéry, au Crotoy, à Cayeux, au bourg d'Ault, à Mers, et au Tréport, (DE LOE et RACZYMAKERS), XVI, 209. — Mollusques terrestres et fluviatiles, (DE NORGUET), IV, 198. — De l'existence d'un organe olfactif de SPENGEL, et des conduits génitaux pairs chez le Nautilé perlé, par RAY LANKESTER et BOURNE (PELSENEER), XVI, 173. — Sur la distinction spécifique de *Sepiola atlantica* et *Rondeleti*, (Id.), XVI, 219. — Description d'un nouveau genre de Ptéropode gymnosome, (Id.), XVII, 217. — Sur l'aire de dispersion de *Lascea rubra*, (Id.), XVII, 235. — Les Ptéropodes recueillis par le *Triton*, aux Feroë, (Id.), XVII, 344. — Gibt es Orthoneuren? (Id.), XIX, 46. — Sur l'Epipodium des Gastropodes rhipidoglosses, (Id.), XIX, 107. —

## Zoologie (suite).

Sur l'Epipodium des Mollusques, (Id.), XIX, 182. — Sur la classification des Gastropodes d'après le système nerveux, (Id.), XIX, 293. — Sur la classification phylogénétique des Pélécypodes, (Id.), XX, 27.

**Nematelmia.** — Sur le développement de *Sphaerularia bombi*, (LEUCKART), XVI, 139. — Un Spiroptère d'espèce nouvelle, (MONIEZ), XII, 447.

**Arthropoda.** — Sur les rapports qui existent entre les Noctuelles d'Europe et celles d'Amérique, X, 332. — Notes sur les Arachnides recueillies en Belgique, (BECKER), XII, 383. — Catalogue des Crustacés Malacostracés recueillis dans la baie de Concarneau, (J. BONNIER), XVIII, 199, 296, 361. — Les *Galatheidæ* des côtes de France, (Id.), XIX, 121. — Les Amphipodes du Boulonnais: I, *Unciola crenatipalmata* BATE, (Id.), XX, 373. — Sur la circulation de l'Ecrevisse, (BOUVIER), XIX, 289. — Le système nerveux d'*Apus*, d'après PELSENEER, (CANU), XVI, 335. — Description des deux copépodes nouveaux, parasites des Synascidies, (Id.), XVII, 309, 365. — Les copépodes marins du Boulonnais, (Id.): 1<sup>o</sup> Les *Calanidæ*, XIX, 78; 2<sup>o</sup> Description d'*Isias Bonnieri*, XIX, 228; 3<sup>o</sup> Les *Hersiliidæ* famille nouvelle des Copépodes commensaux, XIX, 402. — Le *Niptus hololeucus*, (DUBOIS), XVII, 394. — Découverte aux environs de Douai de Lépidoptères nouveaux pour la faune française, (FOUCART), XII, 415. — Les *Chironomus*, (GIARD), V, 79. — Deux insectes de Wandignies, (*Blethisa mullipunctata* et *Naucoris maculatus*, (Id.), V, 184. — Un insecte imitateur du *Bibio marci*, (*Empis ciliata*), (Id.), V, 192. — Les guêpes du nord de la France, (Id.), V, 234. — Sur une larve de diptère du genre *Cuterebra*, (Id.), VI, 68. — *Phragmatœcia arundinis*, (Id.), VI, 71. — *Sitaris humeralis*, (Id.), VII, 4. — Comme quoi les guêpes ont découvert la fonction glycogénique du foie longtemps avant M. CLAUDE BERNARD, (Id.), VII, 49. — Les ennemis des ormes, (Id.), VIII, 2, 76. — Deux Lépidoptères nouveaux pour la faune française, (Id.), VIII, 23. — Un ennemi peu connu de la Betterave, (Id.), VIII, 158. — *Lucilia*



Zoologie (suite).

*bufonivora*. MONIEZ, (Id.), VIII, 171.—Note sur un diptère nouveau pour la faune française, *Penthetria holosericea*. MEIG, suivie de quelques remarques sur les Bibionides fossiles, (Id.), VIII, 172. — La chrysomèle de la pomme de terre, *Doryphora* (*Leptinotarsa*) *decemlineata*, (Id.), VIII, 211. — Nouveaux détails sur la *Lucilia bunfoivora*, (Id.), VIII, 249.—Note sur des Bibionides fossiles, genre *Plecia*. (Id.), X, 12. — Sur les Isopodes parasites du genre *Entoniscus*, (Id.), X, 237. — Note sur l'existence temporaire de Myriapodes dans les fosses nasales de l'homme, suivie de quelques réflexions sur le parasitisme inchoatif, (Id.), XII, 1. — Tableau synoptique de la famille des Cicindélides, (Id.), XIII, 169 — Distribution géographique des Elaphriens dans le nord de la France. (Id.), XV, 239. — Sur quelques Crustacés des côtes du Boulonnais, (Id.), XVII, 279. — L'amputation réflexe des pattes chez les Crustacés, (Id.), XVII, 306. — Sur le *Sylon challengerii* de HOEK, (Id.), XIX, 433.—Sur le *Peroderma cylindricum* HELLER, crustacé parasite de la sardine, (Id.), XX, 312. — Sur l'*Eurytoma longipennis*. WALK, (Id.), XVI, 285. — Sur les *Danalia*, genre de Cryptonisciens parasites des Sacculines, (Id.), XVIII, 47.—Sur l'orientation des Bopyres relativement à leurs hôtes, (Id.), XX, 166.—Une station de *Mutilla europæa*. L. dans le nord de la France. (Id.), XX, 175. — Les Odonates du département du Nord, (Id.), XX, 180. — Les papillons diurnes de Belgique, par QUÆDVLCICQ, (Id.), V, 164. — Notes sur quelques Lepidoptères des environs de Valenciennes, par HETTE, (Id.), IX, 215. — Sur deux nouveaux genres d'Épicarides *Probo-pyrus* et *Palægyge*, (GIARD et BONNIER), XIX, 53. — Sur *Priapion* (*Portunion*) *Fraissei*, (Id.), XIX, 473. — Sur les Épicarides de la famille des *Dajidæ*, (Id.), XX, 252.—Sur l'*Aspidæcia Normani* et la famille des *Choniostomatidæ*, (Id.), XX, 341.—Apparition en grande quantité de quelques Insectes dans les environs de Lille pendant l'été de 1885 (HALLEZ), XVII, 48.—Un mot d'historique à propos de l'amputation réflexe des pattes chez les Crustacés, (Id.), XVII, 342. — Observations sur le catalogue de Lepidoptères du département du Nord (HETTE), VII, 127. — Note critique sur le catalogue des Lepidoptères de LE ROI, (LELIÈVRE), VII, 94. — Les *Lucilia* des environs de Valenciennes, (Id.), X, 85. — Des larves aqua-

## Zoologie (suite).

tiques dans les différents groupes de Lépidoptères. (CH. MAURICE), XIII, 145. — Nouvelles entomologiques : *Henestaris laticeps*, *Lignyodes enucleator*. (J. MAURICE), X, 320. — Relations entre les faunes entomologiques d'Europe et d'Amérique, (Id.), XI, 108. — Un diptère parasite du Crapaud *Lucilia bufonivora*. (MONIEZ), VIII, 25. — Sur les Lucilies parasites des Batraciens, (Id.), IX, 67. — Ravages des chenilles sur les arbres fruitiers et les haies. (DE NORGUET), I, 240. 268. — Isopodes. cloportes, (Id.), II, 195. — *Chironomus plumosus*. (Id.), III, 74. — Les myriapodes de Belgique, (Id.), IV, 201. — *Bibio marci*. (Id.), V, 100. — Coléoptères du Nord, (Id.), VI, 8, 28. — *Adelops Wollastonii*, (Id.), VI, 126. — Lépidoptères du Nord, par LE ROI, (Id.), VI, 203. — Hemiptères du Nord, par LETHIERRY, (Id.), VI, 254. — Coléoptères myrmécophiles du Nord, (Id.), VII, 25. — Catalogue méthodique et raisonné des Lépidoptères des environs de Douai, (Id.), VII, 235. — *Doryphora decemlineata*, VIII, 270. — *Lycæna betica*, (ORTLIEB), VII, 168. — Sur un cas supposé de dimorphisme saisonnier chez les Diptères, (OSTEN SACKEN), X, 281. — Les glandes coxales de Mygale, (PELSENEER), XVI, 101. — Matériaux pour la faune entomologique des Flandres : Coléoptères, 3 centuries, (PREUDHOMME DE BORRE), XIII, 206; XIV, 165; XVII, 53. Notes sur les Glomérides de Belgique, (Id.), XV, 229. — Nos Elaphriens, (Id.), XV, 236. — Revue synoptique de la famille des *Halacaridae*, (TROUESSART), XX, 225. — Diagnoses d'espèces nouvelles de Sarcopitides plumicoles, (*Analgesinæ*), (TROUESSART et NEUMANN), XIX, 325. — Sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides, (Ed. VAN BENEDEN), XIV, 299.

**Vertebrata.** — Une Appendiculaire des côtes de la Manche (J. BARROIS), VIII, 113. — Sur la présence de la Marte dans le département du Nord (BONIFACE), I, 316. — Recherches du D<sup>r</sup> DORHN sur l'évolution des organes chez les Chordata (CUNNINGHAM), XVIII, 510. — L'*Apteryx* (F. A. L.), XIV, 77. — Amour maternel des Musaraignes (FAREZ), V, 181. — Études embryogéniques sur les Ascidiées (GIARD), V, 77. — L'Anarrhique loup (Id.), V, 111. — Les *Ibis* en France (Id.), VI, 24. — Observations sur les mammifères

## Zoologie (suite).

ovipares (Id.), XVII, 415. — Les Saumons de la Canche (Id.), XIX, 592. — Remarques sur le catalogue des Poissons du Boulonnais par SAUVAGE (Id.), XIX, 444. — Sur le commensalisme d'un Caranx et d'une Méluse (Id.), XVIII, 46. — Sur la présence du Thon (*Thynnus vulgaris*) dans la mer du Nord (Id.), XX, 178. — Un vertébré annuel *Cristallogobius pellucidus* par COLLETT (Id.), X, 295. — Cygnes et Porc-Épic (GOSSELET), I, 119. — Liste des mammifères terrestres du département du Nord (Id.), I, 212. — Chauve-souris barbastelle (Id.), I, 247. — Musée d'histoire naturelle de Douai : Chimpanzé, Gorille (DE GUERNE), VI, 69. — Les yeux accessoires des poissons osseux d'après Ussow (Id.), XII, 459. — Recherches sur l'anatomie de l'*Ammocoetes* (JULIN), XVIII, 265. — Sur un cas de *plumage de mâle* chez une cane domestique (KORSCHOLT), XIX, 110. — Trois questions : *Mus decumanus*, *M. musculus*, *Cavia porcellus* (LATASTE), XVI, 364. — De l'existence de dents canines à la mâchoire supérieure des Damans : formule dentaire de ces petits pachydermes (Id.), XVII, 275. — Le Vison du Japon (*Putorius Itatsi*) par BLASIUS (Id.), XVIII, 169. — Récolte d'œufs de saumons à l'île Sainte-Aragone (LEFEBVRE), XVII, 426. — Petit duc (*Scops Aldovrandi*) dans le Nord (MARIN), III, 199. — Un hermaphrodite protandrique (*Myxine glutinosa* L.) parmi les vertébrés (NANSEN), XX, 315. — Les arrivages de gibier des pays du Nord à Lille (DE NORQUET), I, 46. — Le loup (Id.), I, 80, 116. — Apparition d'oiseaux étrangers (Id.), I, 85. — Hybride de Canard et de Sarcelle (Id.), I, 205. — Pélican blanc (Id.), I, 315. — Passage annuel des Oies sauvages (Id.), I, 356. — Cerfs, Daims, Chevreuils (Id.), II, 65. — Oiseaux amenés par le froid (Id.), II, 93. — Les Hirondelles (Id.), II, 126. — Nidification de l'Hirondelle des fenêtres (Id.), II, 254. — Ornithologie du nord de la France (Id.), II, 350, 381. — Reptiles (Id.), III, 18. — Cygnes sauvages (Id.), III, 63. — Rongeurs (Id.), III, 124, 169, 195. — Insectivores (Id.), III, 286. — Merle blanc (Id.), IV, 1. — Conspectus systematicus et geographicus avium europæorum, par DUBOIS (Id.), IV, 214. — Poissons d'eau douce (Id.), IV, 231. — Recherches sur les Synascidies, par A. GIARD (Id.), V, 6. — Musaraigne pygmée (Id.), V, 40. — Huppes et Cigognes noires (Id.), V, 264. — Apparition d'oiseaux rares (Id.),

**Zoologie (suite).**

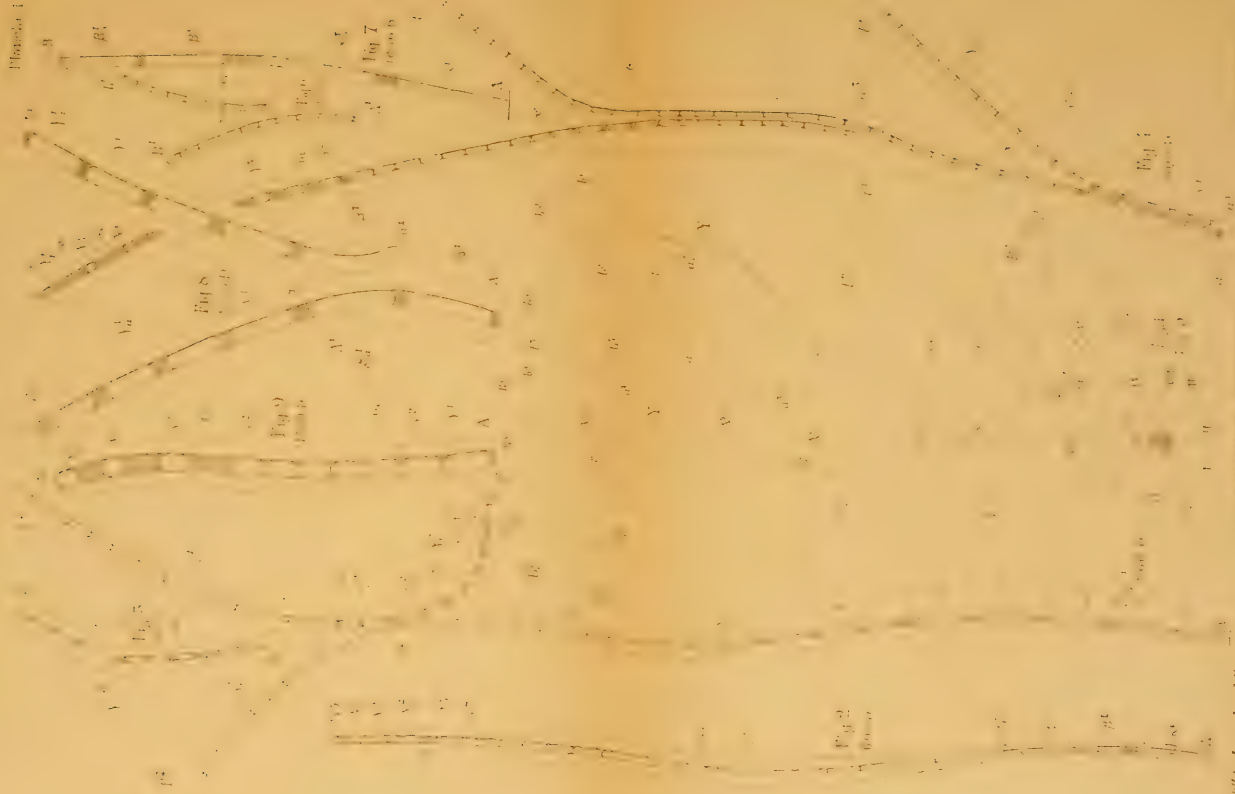
VII, 219. — Métis de pintade et de paon (Id.), VIII, 77. — Les Nids (Id.), VIII, 97. — Ornithologie locale : les œufs (Id.), IX, 3. — Le Macareux de Graba (Id.), IX, 39. — Erpétologie locale (Id.), IX, 137. — Catalogue des Poissons du Boulonnais (SAUVAGE), XIX, 438. — Le Guêpier en Belgique (DE SELYS-LONCHAMPS), III, 220. — Poissons des côtes de Belgique (P.-J. VAN BENEDEN), V, 220. — Les mammifères ovipares (VINCIGUERRA), XVII, 407. — L'*Hatteria* (*Sphenodon*) *punctata* (WARD), XIV, 89.

---

















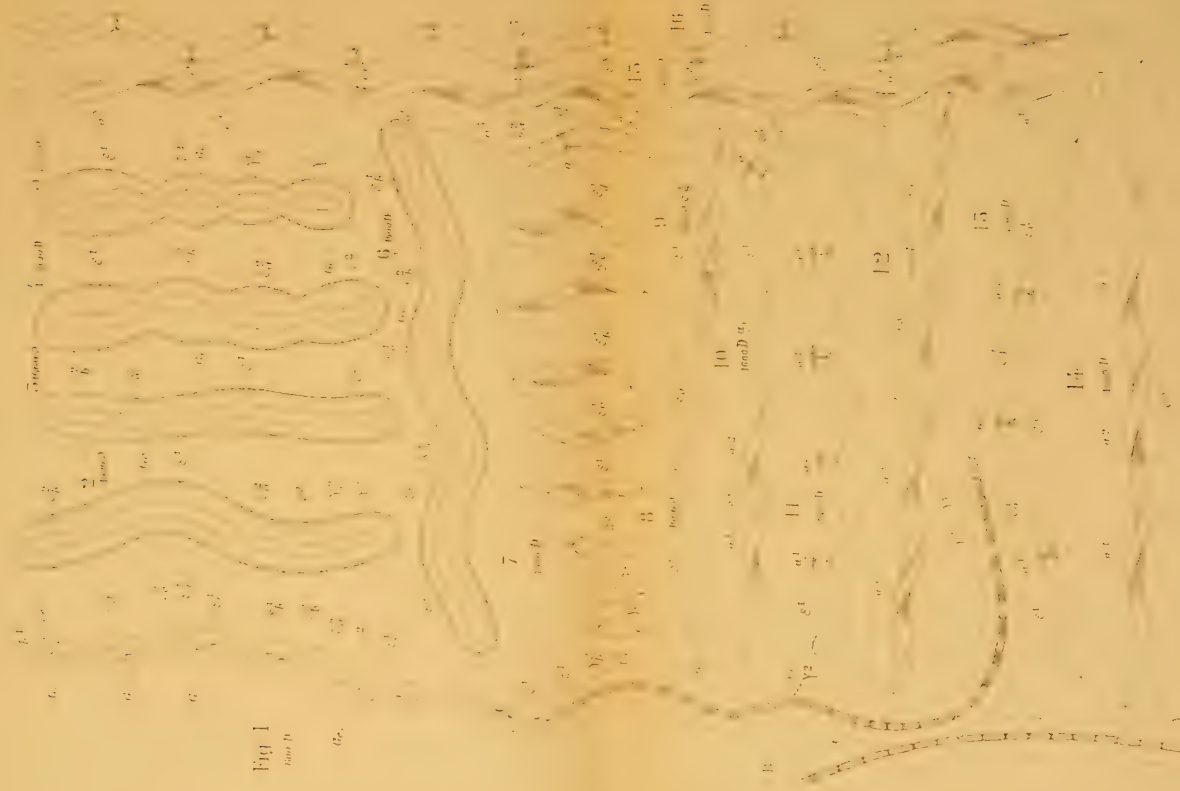


Fig 1  
time D

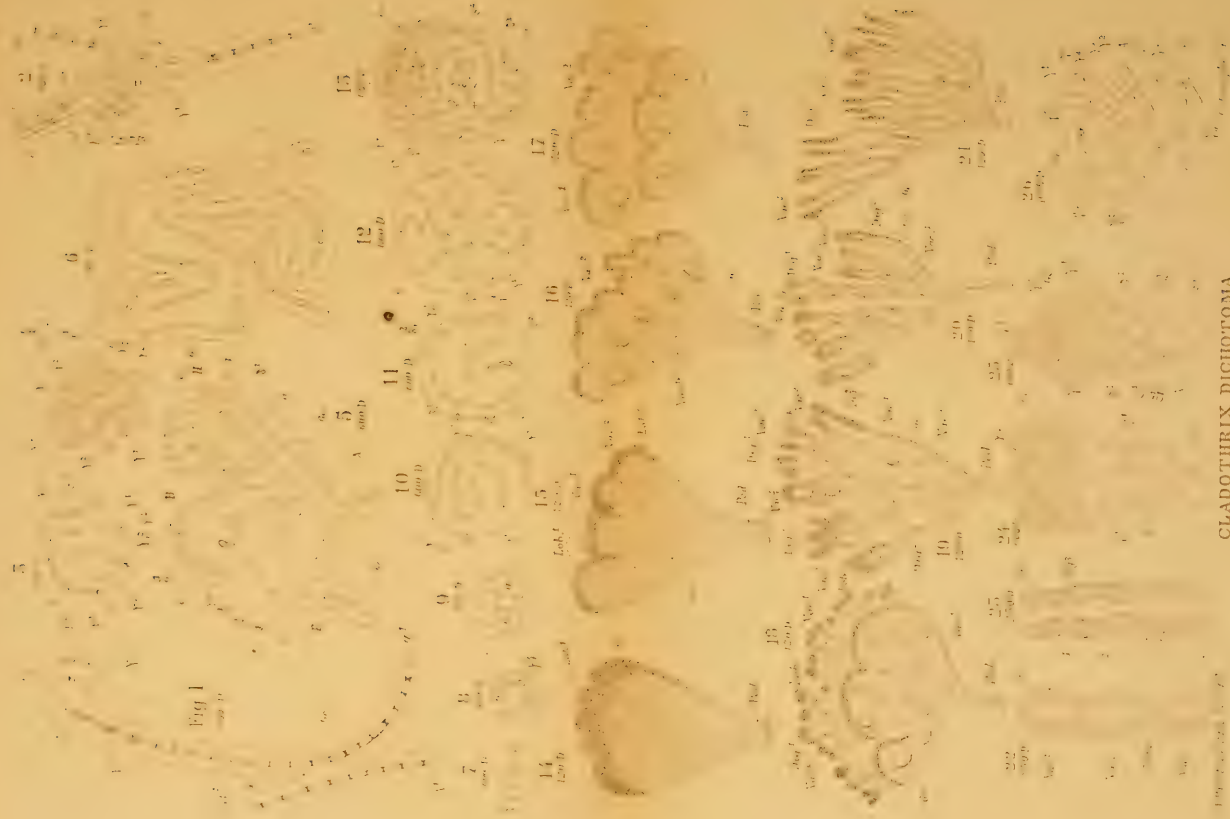
a.



















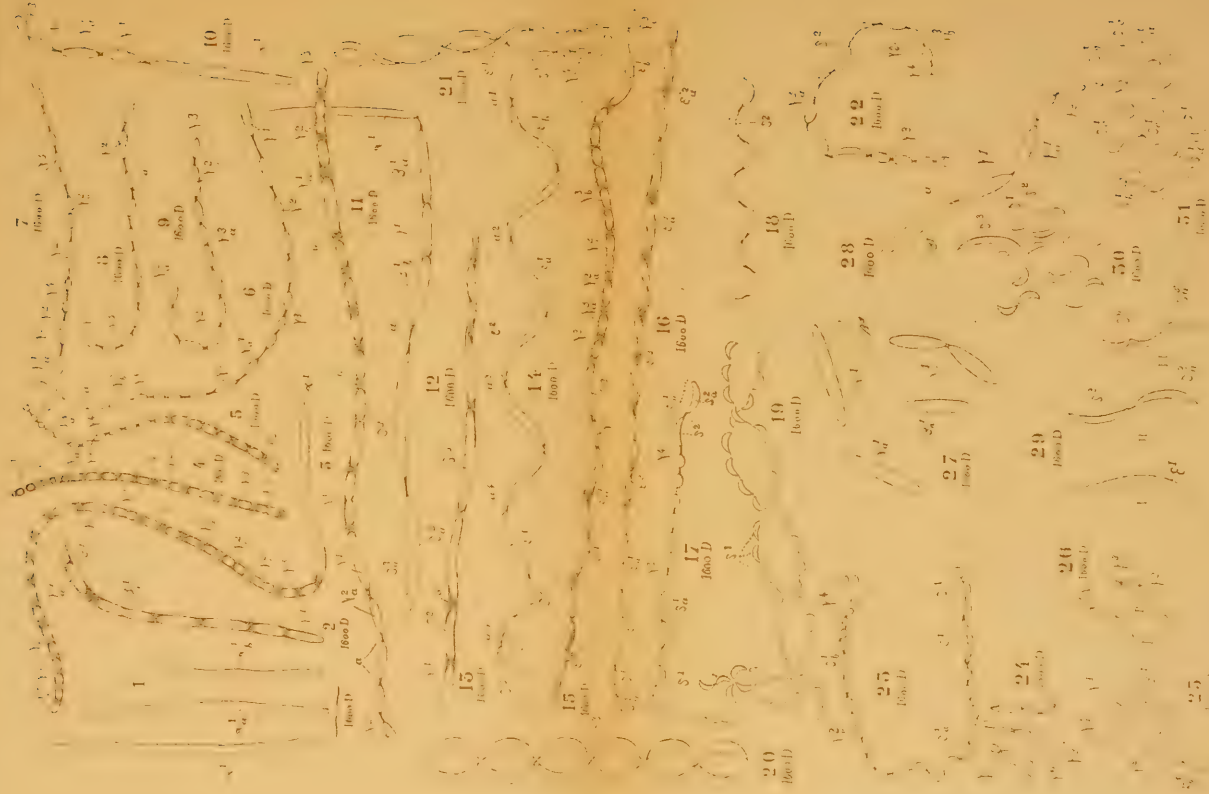










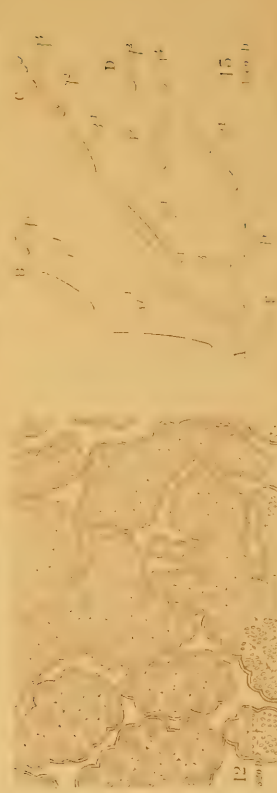
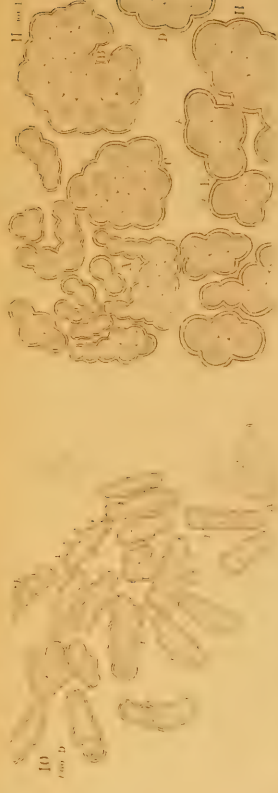
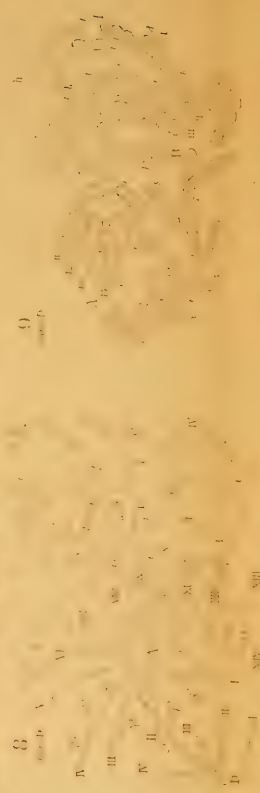










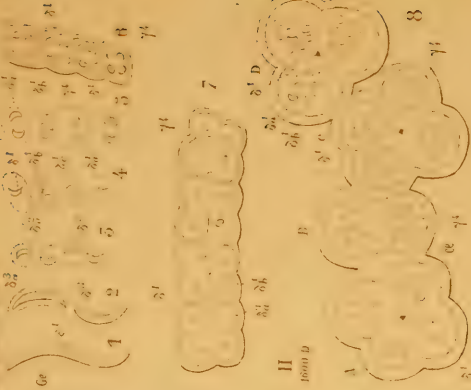
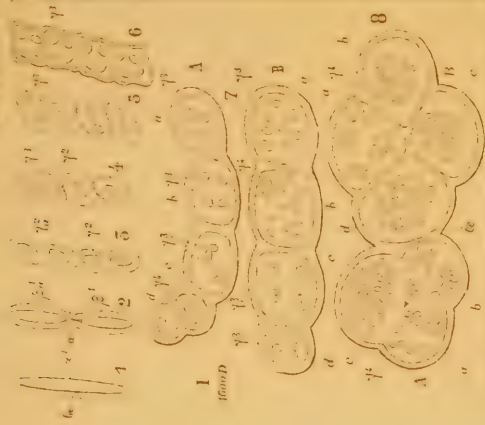




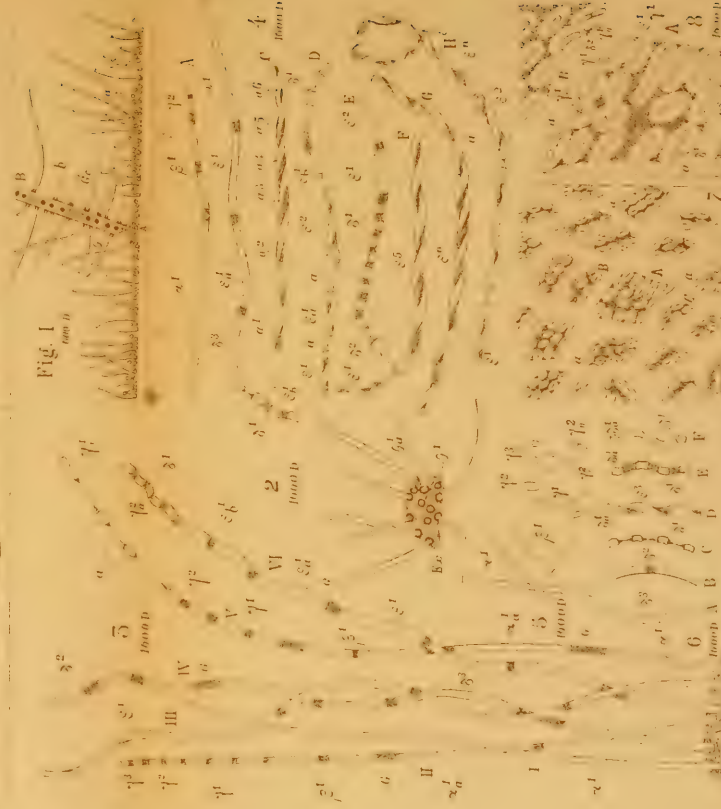






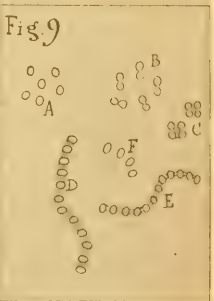
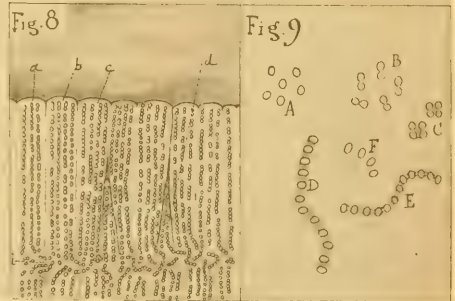
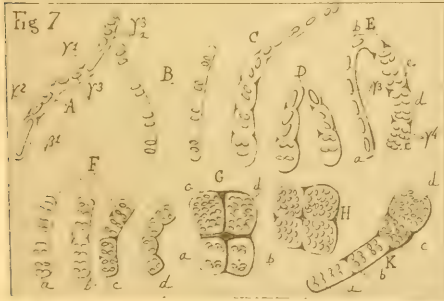
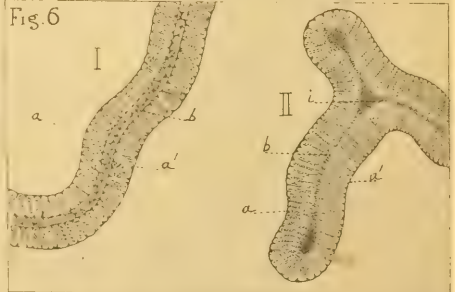
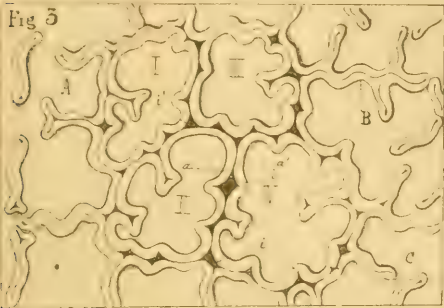
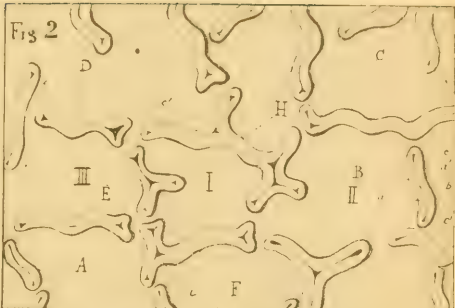


三





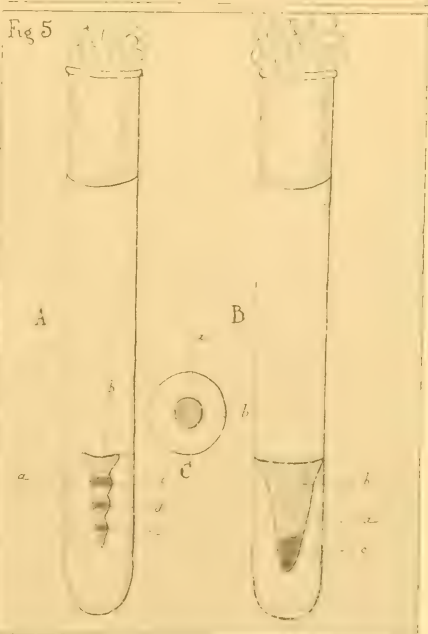
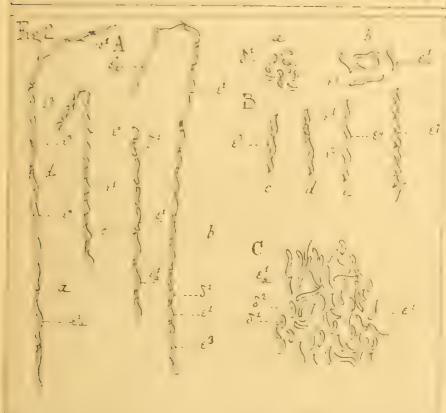
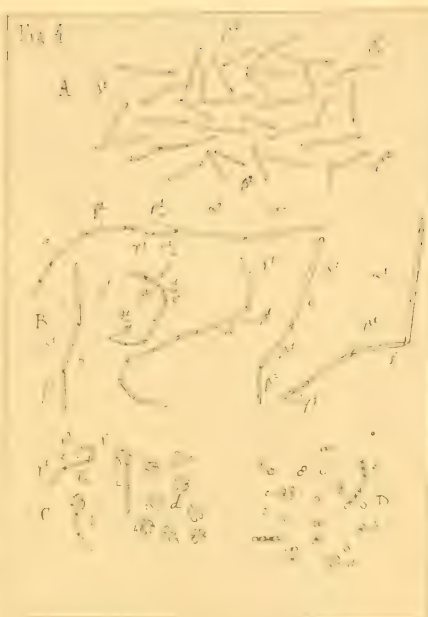
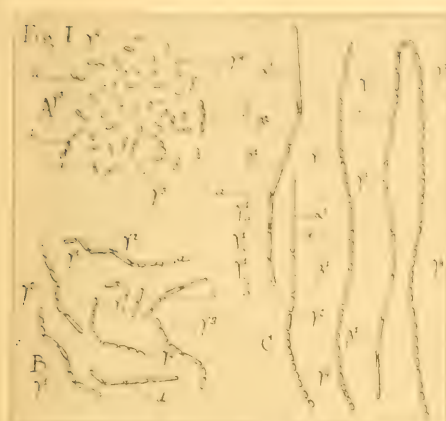




A. Billet del.

Glyptographie. Silvestre et Cie, Paris.



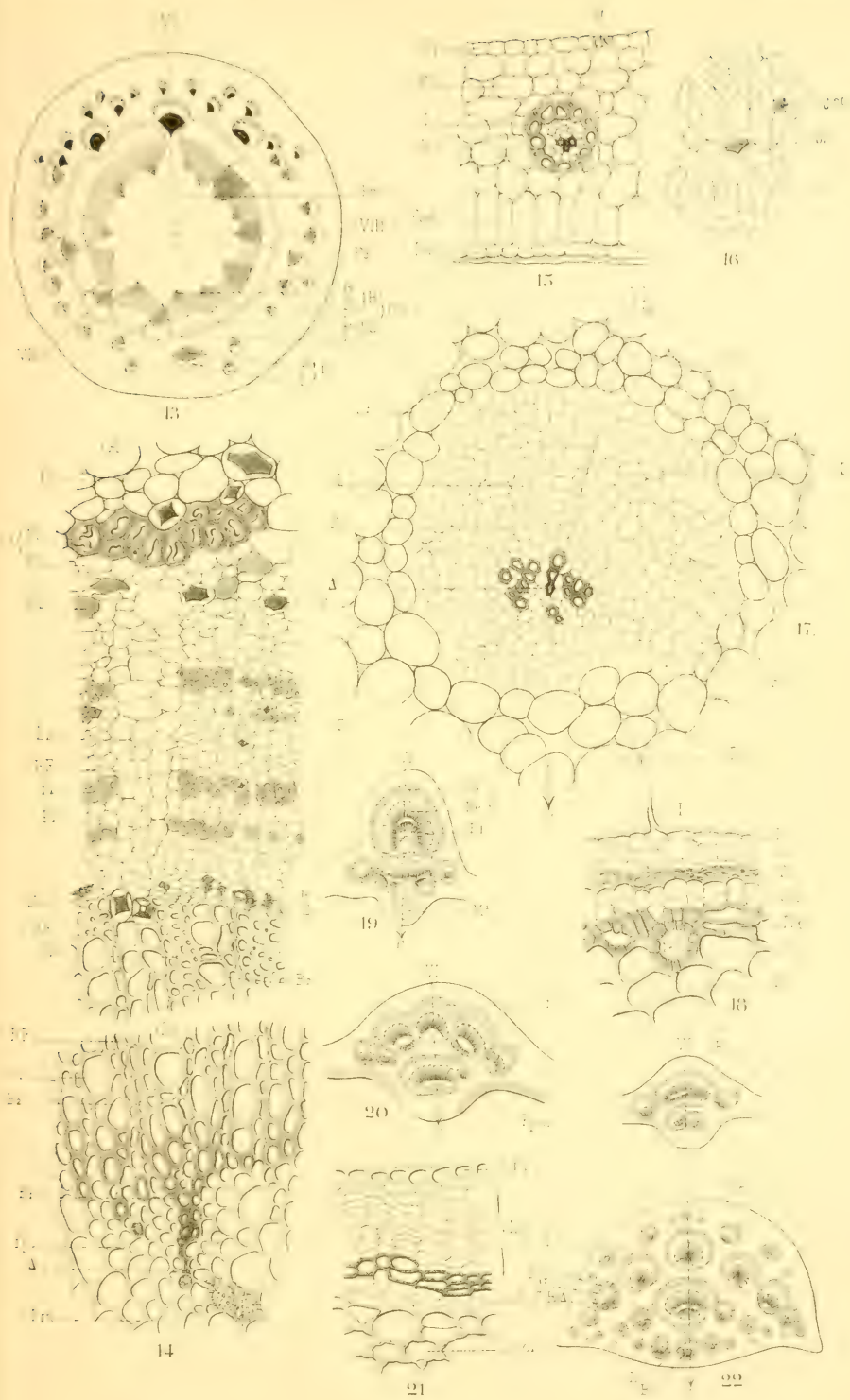


A. Billet del.

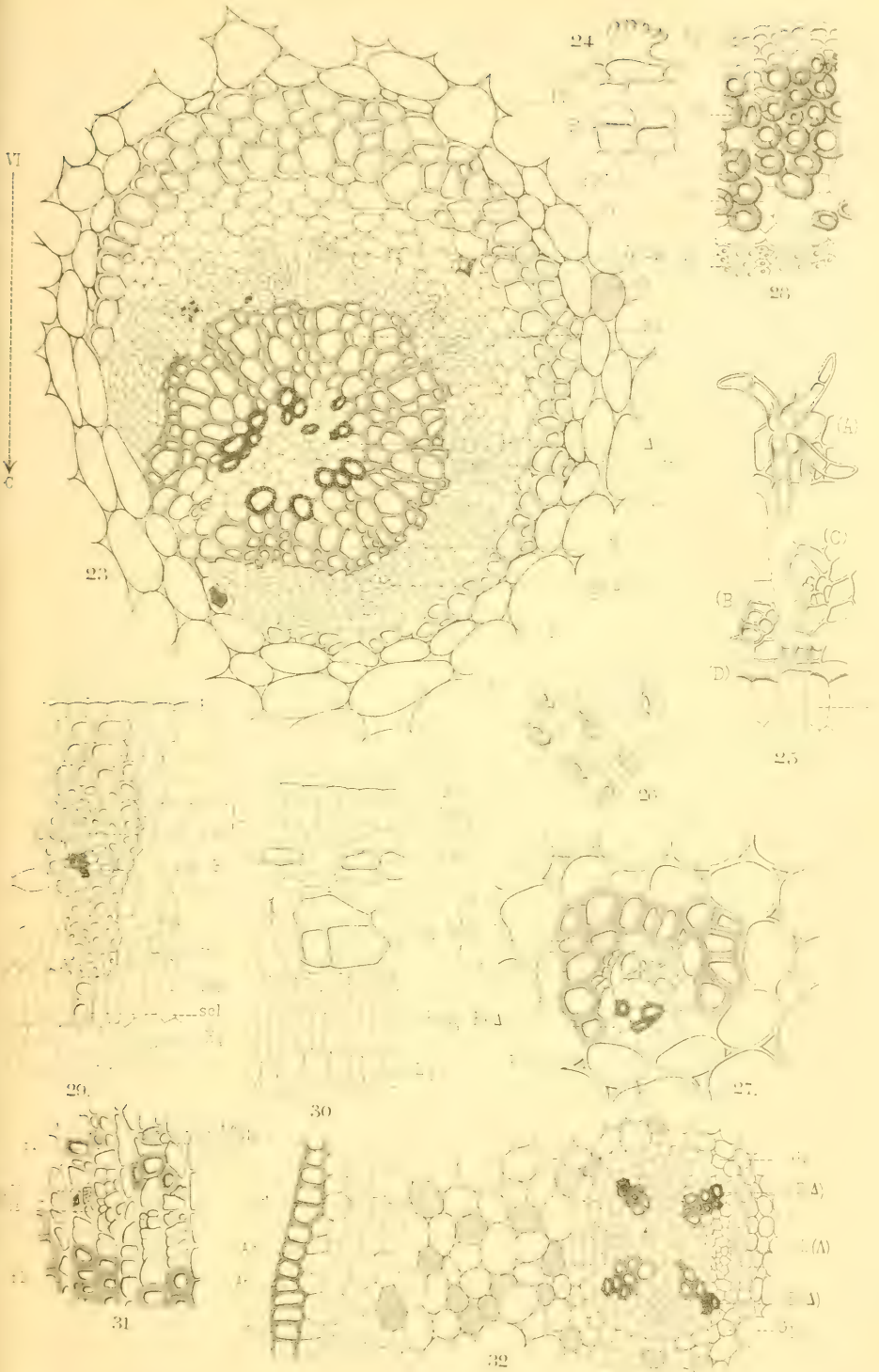
Glyptographie Silvestre et Cie, Paris.









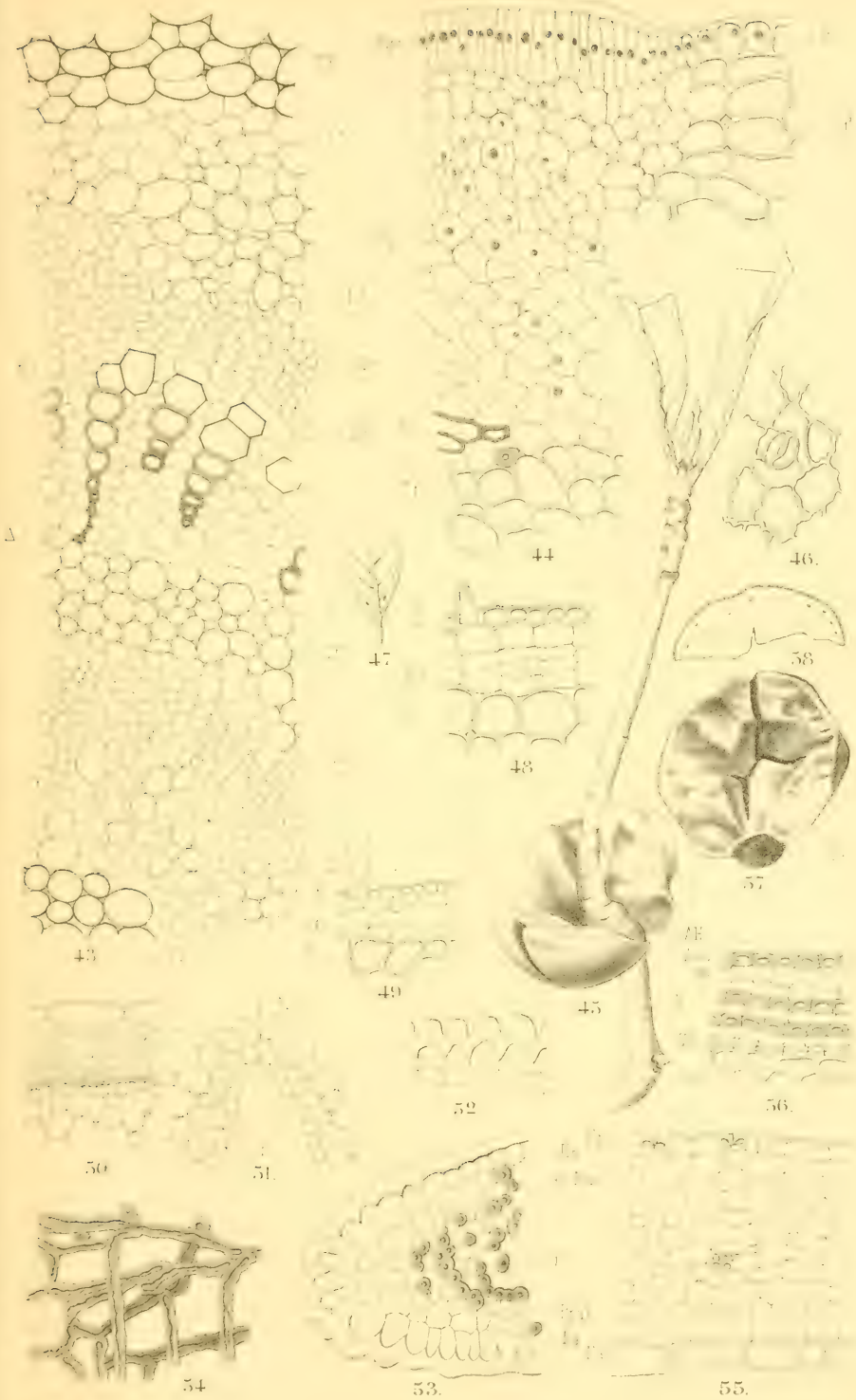
















# BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE  
ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

*Chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des Sciences),  
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.*



PARIS,  
OCTAVE DOIN, Éditeur,  
8, Place de l'Odéon, 8  
1890

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

---

### SOMMAIRE :

|                                                                                                                                                                                                                           | Pages. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BILLET (A.). — Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des <i>Bactériacées</i> (19 fig. dans le texte et Planches I à IX).....                                                                       | 1      |
| LIGNIER (O.). — Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des <i>Lécythidées</i> , des <i>Napoléonées</i> et des <i>Barringtoniées</i> [ <i>Lécythidacées</i> ] (12 fig. dans le texte et Planches X à XIII) ..... | 289    |
| TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES contenues dans les vingt et une premières années du <i>Bulletin scientifique</i> .....                                                                                                        | 421    |
| Index alphabétique des auteurs.....                                                                                                                                                                                       | 428    |
| Index des articles.....                                                                                                                                                                                                   | 475    |

---

### AVIS AUX ABONNÉS.

A partir du prochain volume le *Bulletin* sera publié par fascicules datés du jour de leur sortie des presses, de façon à éviter une trop grande accumulation des matériaux et la nécessité de volumes supplémentaires.

---

### PRIX DE L'ABONNEMENT :

Pour la France et l'Étranger, UN AN, 15 FRANCS.

*Les abonnements partent du 1<sup>er</sup> Janvier de chaque année.*

---

Adresser tout ce qui concerne la Rédaction à Messieurs

Alfred GIARD, 14, rue Stanislas, }  
Jules BONNIER, 75, rue Madame, } Paris.

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## COLLECTION DES PREMIÈRES SÉRIES

(En vente chez O. DOIN, Éditeur, 8, place de l'Odéon, PARIS).

### PREMIÈRE SÉRIE,

Dirigée par MM. GOSSELET, DESPLANQUE et DEHAISNE.

|         |              |                     | Prix : |
|---------|--------------|---------------------|--------|
| Tome I. | — 1869 ..... | (Quelques volumes). | 15 fr. |
| » II.   | — 1870 ..... | (Épuisé).           |        |
| » III.  | — 1871 ..... | Id.                 |        |
| » IV.   | — 1872 ..... | Id.                 |        |
| » V.    | — 1873 ..... | (Quelques volumes). | 15 fr. |
| » VI.   | — 1874 ..... | Id.                 | —      |
| » VII.  | — 1875 ..... | Id.                 | —      |
| » VIII. | — 1876 ..... | (Épuisé).           |        |
| » IX.   | — 1877 ..... | Id.                 |        |

### DEUXIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD

|          |                 |                     |        |
|----------|-----------------|---------------------|--------|
| Tome X.  | — 1878....      | (Épuisé).           |        |
| » XI.    | — 1879 .....    | Id.                 |        |
| » XII.   | — 1880 .....    |                     | 10 fr. |
| » XIII.  | — 1881 .....    |                     | —      |
| » XIV.   | — 1882 .....    |                     | —      |
| » XV.    | — 1883 .....    |                     | —      |
| » XVI.   | — 1884-85 ..... |                     | —      |
| » XVII.  | — 1886 .....    | (Quelques volumes). | 20 fr. |
| » XVIII. | — 1887 .....    | Id.                 | —      |

### TROISIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

|           |              |  |        |
|-----------|--------------|--|--------|
| Tome XIX. | — 1888 ..... |  | 30 fr. |
| » XX.     | — 1889 ..... |  | —      |
| » XXI.    | — 1890 ..... |  | —      |











MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04448



